



**17º**  
**congresso**  
**brasileiro**  
**de engenharia**  
**sanitária**  
**e ambiental**

*Natal / RN*  
*19 a 23, 09/93*

V.2  
TRABALHOS TÉCNICOS  
TOMO III



TEMA CENTRAL  
Saneamento Ambiental  
Ação de Saúde Pública

ANAIS DO 17º CONGRESSO  
BRASILEIRO DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL

Natal - RN, 19 a 23 de setembro de 1993

Vol.2 - Trabalhos Técnicos - Tomo III

CIP - Brasil. Catalogação-na-fonte  
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

C759# Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (17. : 1993 : Natal, RN)  
Anais / do 17. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 2, tomo III ; promoção ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental ; realização ABES Seção Rio Grande do Norte. — Rio de Janeiro : ABES, 1993

Conteúdo: v.2 t. III. Trabalhos técnicos  
ISBN 85-7022-111-7

1. Engenharia ambiental - Brasil - Congressos.  
2. Engenharia sanitária - Brasil - Congressos. I. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. II. Título.

93-0806

CDD - 628.06081  
CDU - 628:061.3(81)

**DIAGNÓSTICO TÉCNICO-AMBIENTAL DE USINAS  
DE RECICLAGEM/COMPOSTAGEM NO BRASIL**

Alceu de Castro Galvão Júnior  
Valdir Schalch

(\*)  
(\*\*)

**CURRÍCULO**

- (\*) Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal do Ceará - 1990. Pós-graduando (mestrado) do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos com área de concentração em resíduos sólidos. Engenheiro fiscal de obras da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.
- (\*\*) Engenheiro Químico. Professor Doutor em resíduos sólidos do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos-USP. Um dos autores da publicação "Gerenciamento de Resíduos Sólidos", utilizadas em disciplinas da graduação da EESC-USP e nos cursos da ABES. Elaboração de pareceres técnicos para o Ministério Público-SP. Membro das comissões central de materiais perigosos da USP e de resíduos sólidos do campus São Carlos-USP. Membro do conselho consultivo da revista da ABLP - Associação Brasileira de Limpeza Pública. Coordenador da comissão de resíduos sólidos e de poluição do solo da ABES, subseção São Carlos.

**RESUMO**

Os estudos relacionados com os processos e operações unitárias das usinas de reciclagem/compostagem e com a qualidade dos produtos formados (composto e recicláveis), devem passar por análises detalhadas para que esses sistemas operem com mais segurança e eficiência.

No presente trabalho são analisadas oito usinas com alto nível de mecanização pertencentes aos sistemas DANO e TRIGA. Foram levantados dados e a consequente análise, obtendo-se um diagnóstico do estado atual em que se encontram quanto aos aspectos relacionados as condições de operação e de produção dos recicláveis e de do composto.

Os dados foram obtidos junto as prefeituras e empresas do setor através de questionários específicos e visitas técnicas.

Esse levantamento permitiu que se tivesse uma visão global dos problemas que atualmente ocorrem nas usinas e as consequentes sugestões para que sejam resolvidos ou minimizados.

ENDEREÇO: (\*) EISB - SABESP  
Rua Dr. Costa Leite, 2130  
Botucatu  
18606-820 Botucatu-SP

0853413

320

|             |         |
|-------------|---------|
| SYSNO       | 0853413 |
| PROD        | 003140  |
| ACERVO EESC |         |

## 1. INTRODUÇÃO

Até o início do século, o Brasil apresentava-se como um país com características predominantemente agrárias. A sua distribuição populacional era esparsa pelo campo, com raros núcleos urbanos de importância onde eram comercializados os produtos.

Foi a partir da década de quarenta, em virtude da intensificação do comércio e a crescente expansão do setor secundário, que surgiram as primeiras cidades brasileiras com características metropolitanas.

A modificação no quadro demográfico e as exigências de vida do homem urbano: Empregos, saúde, educação, nível de renda e cultura, obrigaram o sistema sócio-econômico a ampliar suas forças produtivas, acelerando dessa forma, o processo de urbanização e industrialização que, realimentando-se num processo interativo, transformou e transforma, cada vez mais a matéria-prima em produtos acabados, aumentando assustadoramente a produção de resíduos e cargas poluidoras.

O lixo urbano, resultado da atividade humana, é constituído de uma grande variedade de elementos, como por exemplo: Sobras de alimentos, papéis, papelões, plásticos, borrachas, têxteis, vidros, metais e pilhas que, após descartados, dão origem a uma massa complexa e heterogênea, cuja coleta e destinação final adequada, vem se constituindo de um grande transtorno aos técnicos e às administrações públicas, pois entre outros problemas, o lixo mal disposto pode-se transformar em potencial foco de transmissores de doenças, além de contribuir para a degradação do meio ambiente.

Infelizmente, a maioria das cidades brasileiras dispõe seu lixo em "vazadouros", "depósitos", "lixões", métodos que, desprovidos de critérios científicos ou ecológicos, são condenados sob o ponto de vista sanitário.

Portanto, a busca de equacionamento para os problemas relacionados com os resíduos sólidos é que se constitui no grande desafio já que devem ser propostas soluções levando-se em conta as características do município, além do fato de que só o emprego de um tipo de alternativa, como usina de reciclagem/compostagem, aterro sanitário ou incineração, não satisfaz essas necessidades.

## 2. OBJETIVOS

São objetivos deste trabalho:

- Avaliação das condições da operação de usinas de reciclagem/compostagem altamente mecanizadas no Brasil;



- Avaliação dos aspectos ambientais envolvidos no gerenciamento e operação das usinas;

- Análise dos níveis de formação dos produtos (composto, recicláveis e rejeito) das usinas;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

A decomposição ou estabilização da matéria orgânica pela ação biológica, tem lugar na natureza desde o aparecimento da primeira vida em nosso planeta. Para o caso da decomposição do lixo domiciliar, os primeiros estudos foram realizados no início do século 20. Recentemente o homem tem tentado seu controle e utilizando diretamente o processo para disposição sanitária e reaproveitamento do material orgânico residual. Esse processo é denominado de compostagem e o seu produto final de composto ou fertilizante orgânico, *Gotaas* (01).

O composto é, acima de tudo, um condicionador do solo, assim classificado pelo fato de sua matéria orgânica humificada estar em maior proporção, e que corresponde a cerca de 40 a 70% . No entanto, além do efeito condicionador ou melhorador do solo, o composto é também classificado como um fertilizante de baixa concentração em nutrientes, razão pela qual são sempre empregadas doses elevadas, geralmente acima de 10 toneladas por hectare, *Kiehl* (02).

Em nosso país, a utilização de composto produzido através da biodegradação da matéria orgânica é quase nula, em função da má qualidade do adubo formado pelas usinas que estão em funcionamento, quer seja chamadas simplificadas ou pelas aceleradas. Isso se deve ao fato de que não é feita uma coleta seletiva dos materiais recicláveis, pois estes, obviamente não servem para produzir composto. Esta é, portanto, a principal causa da má qualidade do adubo apresentado por nossas usinas, pois é feita uma catação dos materiais recicláveis depois do lixo estar misturado no caminhão de coleta, o que torna muito trabalhosa a sua separação. Portanto, um pré-requisito indispensável para melhoria da qualidade de um adubo ou fertilizante orgânico é a separação prévia do resto do lixo, pois este, depois de misturado, vira literalmente um lixo, *Schalch e Rezende* (03).

Um outro aspecto relevante quanto ao uso do composto é quanto a parte operacional do processo de compostagem, pois, segundo relato de *Pereira Neto e Pierikford* (04), "O principal objetivo da compostagem dentro de qualquer sistema, é estabilizar e humificar a matéria orgânica e eliminar os microrganismos patogênicos. Esses

fatores são facilmente obtidos, desde que o sistema em questão seja convenientemente operado. Dentro dos critérios mínimos de operação, encontra-se o controle de parâmetros como temperatura, umidade e oxigenação. Só assim obtém-se o controle da atividade biológica na massa de comostagem e, somente a partir desse equilíbrio ecológico é que torna-se efetiva a estabilização da matéria orgânica e a eliminação dos patógenos".

A introdução das usinas de reciclagem/compostagem no Brasil remonta a cerca de 30 anos. A aceleração da implantação dessas usinas ocorreu nos anos 86/87, quando o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, propôs-se a oferecer às prefeituras municipais, uma linha de crédito específica para a construção e compra de equipamentos, visando a triagem e compostagem do lixo urbano, *Bley Junior, E. (05)*.

Além dos cuidados com as condições de implantação e operação de uma usina de reciclagem/compostagem, deve-se observar, que o custo desta usina em condições de operação imediata, sem considerar o preço da terra, é de uns US\$ 30.000/t.8h de capacidade de tratamento de resíduos sólidos domiciliares, *Lindenberg, R. E. (06)*.

Portanto, há necessidade de estudos mais aprofundados, tanto da parte operacional quanto dos parâmetros que interferem nos processos de reciclagem/compostagem.

#### 4. METODOLOGIA

A coleta de dados para a execução deste trabalho foi realizada através de questionários específicos para cada sistema e visitas técnicas. Foram levantadas informações qualitativas e quantitativas das condições de operação de 8 sistemas. A heterogeneidade temporal das amostragens dos dados não permitiu um tratamento estatístico mais apurado.

São considerados nesse estudo somente usinas de grande porte, que processam mais de 100 t/d de lixo e que utilizam mecanismos de aeração forçada para aceleração da decomposição da fração orgânica.

#### 5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

##### 5.1. ASPECTOS QUALITATIVOS

As características operacionais das usinas são apresentadas na figura 1.

Com base nas informações levantadas pode-se concluir que:

- As tecnologias predominantes no Brasil, para usinas de lixo de grande porte são a DANO e TRIGA de origem européia;

- Observa-se que em algumas usinas a capacidade real de processamento é superior a capacidade nominal do sistema. Isso deveu-se a adaptações nos equipamentos desses sistemas, causados pela necessidade de se aumentar a capacidade de processamento de lixo fruto do aumento populacional. O comprometimento da qualidade dos produtos é um fator evidente;

- Na quase totalidade das usinas, não existe tratamento para o líquido percolado das leiras, sendo este geralmente infiltrado no solo ou lançado em cursos de água;

- A idade das usinas, de uma maneira geral, é bastante elevada, resultando em equipamentos depreciados, tornando-se necessária uma manutenção rotineira;

- O monitoramento dos principais parâmetros do processo de compostagem limita-se geralmente ao controle da temperatura;

- O quadro de funcionários utilizados para a operação desses sistemas em função da quantidade de resíduos processada varia de 1,5 a 5 t/homem.dia;

## 5.2. ASPECTOS QUANTITATIVOS

Os níveis de produção das frações inorgânica (recicláveis), orgânica e rejeitos das usinas em estudo são mostrados nas figuras 2 e 3.

A quantidade de materiais recicláveis e composto processados nas usinas localizadas no Estado de São Paulo durante o ano de 1990 é apresentado na figura 4.

Com base nos dados das figuras 2, 3 e 4, pode-se concluir que:

- Os materiais recicláveis, embora presentes em 35% da composição média do lixo brasileiro, somente são reaproveitáveis na faixa de 1 a 6%;

- Os rejeitos representam 40 a 60% do material processado das grandes usinas. Sua origem é função de fatores como falhas operacionais, qualidade do lixo triado e falta de mercado para compra dos materiais recicláveis, entre outros. Em função da grande quantidade destes rejeitos, faz-se necessário locais adequados para sua disposição final preferencialmente localizados em áreas que facilitem o transporte da usina;

- Os materiais ferrosos (latas e sucatas) e os plásticos são os mais representativos, em peso, da triagem dos materiais recicláveis das usinas;



- Utilizando-se dos dados da figura 4, é apresentado a seguinte estimativa dos ganhos e perdas ambientais das usinas localizadas no Estado de São Paulo durante o ano de 1990:

Ganhos Ambientais:

- \* Cerca de 15.000 árvores deixaram de ser cortadas;
- \* Economia de energia no reprocessamento do alumínio, papel, vidro, plástico, etc.;
- \* Diminuição da geração de resíduos no reprocessamento dos novos materiais;

Perdas Ambientais:

- \* Alto consumo de energia para funcionamento dos sistemas;
- \* Infiltração do chorume das leiras no solo e/ou lançamento deste em corpos d'água;
- \* Emissão de odores causando desconforto aos moradores da região da usina;

## 6.RECOMENDAÇÕES

A análise dos dados das condições da operação das usinas possibilita o levantamento das seguintes recomendações:

- Necessidade de avaliação da eficiência dos chamados bioestabilizadores no processo de estabilização da matéria orgânica.
- Adoção de sistema de coleta seletiva em rotas de coleta que abasteçam essas usinas. Isso deverá melhorar sensivelmente a qualidade do adubo formado e diminuindo consequentemente o nível de formação de rejeitos;
- Realização de um balanço ecológico (ganhos e perdas ambientais) para se saber se as usinas contribuem ou não para a preservação do meio ambiente;
- Aparelhamento das usinas para um correto monitoramento do processo de compostagem;
- Adoção de sistemas de tratamento de águas residuárias (chorume) nos pátios de compostagem das usinas.



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Goleas, R. B., "Composting: Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes". WHO, Geneve, 1956.
02. Kiehl, E. J., "Fertilizantes Orgânicos": Piracicaba, Ed. Agronômica CERES, 1985.
03. Schalch, V., Regende, M. O. O., "O Processo de Compostagem do Lixo e sua Relação com a Qualidade do Adubo Formado". Revista BIO, Rio de Janeiro, N<sup>o</sup> 4, Out/Dez, 1991.
04. Pereira Neto, J. J., Plentford, E. J., "Aspectos Epidemiológicos na Compostagem". Encarte da Revista BIO, Rio de Janeiro, Ano I, N<sup>o</sup> 1, Out/Dez, 1992.
05. Bley Junior, E., "Usinas de Lixo no Brasil - Gerenciamento Atual e Perspectivas". Revista ABLP, São Paulo, Ed. N<sup>o</sup> 40, Jan/Fev/Mar, 1993.
06. Lindenberg, R. E., "Situações encontradas em Usinas de Compostagem". Revista ABLP, São Paulo, Ed. N<sup>o</sup> 38.

## 8. ANEXOS

| Usinas de Lixo        | Características Operacionais |                                       |                                 |                       |                                       |                                  |                              |                         | •<br>Fonte   |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------|
|                       | Sistema da Usina             | Capacidade Real(R) e Nominal(N) (t/d) | Quant. de funcionários da usina | Tratamento do chorume | Parâmetros monitorados na compostagem | Local p/ disposição dos rejeitos | Quant. de bioestabilizadores | Idade das usinas (anos) |              |
| 1) São Mateus SP      | DANO                         | 600(R)                                | 120                             | —                     | —                                     | aterro Vila Albertina            | 04                           | 23                      | LIMPURB      |
| 2) Vila Leopoldina SP | DANO                         | 420(N)<br>1200(R)                     | 251                             | inexistente           | —                                     | aterro Rd Bandeirantes           | 06                           | 19                      | LIMPURB      |
| 3) São André SP       | DANO                         | 350(R)                                | —                               | —                     | —                                     | —                                | —                            | —                       | ENTERPA      |
| 4) Caju RJ            | TRIGA                        | 1120(N)<br>800(R)                     | —                               | reator biológico      | temperatura<br>pH C/N umidade         | aterro                           | 02                           | 01                      | COMLUR       |
| 5) Belo Horizonte MG  | DANO                         | 150(R)                                | 32                              | inexistente           | umidade<br>temperatura                | aterro                           | 02                           | 17                      | SLU<br>-PMBH |
| 6) Uberaba MG         | TRIGA                        | 100(R)                                | 72                              | inexistente           | temperatura                           | aterro                           | —                            | —                       | SOSU<br>-PMU |
| 7) Ceilandia DF       | DANO                         | 600(N)<br>800(R)                      | —                               | inexistente           | —                                     | aterro                           | 02                           | 07                      | SLU<br>-GDF  |
| 8) Brasília DF        | DANO                         | 200(N)<br>100(R)                      | 70                              | inexistente           | nenhum                                | aterro                           | —                            | 30                      | SLU<br>-GDF  |

Figura 1 - Características Operacionais das Usinas de Lixo de Grande Porte

| USINAS DE LIXO         | MATERIAIS RECICLÁVEIS |               |                   |       |                         | **<br>AMOSTRAGEM         |
|------------------------|-----------------------|---------------|-------------------|-------|-------------------------|--------------------------|
|                        | LATAS/<br>SUCATA      | PLAS-<br>TICO | PAPEL/<br>PAPELÃO | VIDRO | ALUMI-<br>NIO/<br>COBRE |                          |
| São Matheus-SP         | 67,6                  | 21,8          | 0,6               | 8,9   | 1,0                     | 1989/1990/<br>1991       |
| Vila Leopoldina<br>-SP | 25,1                  | 36,9          | 25,5              | 11,6  | 0,9                     | 1989/90/91<br>Jan-Jun/92 |
| Santo André-SP         | 18,3                  | 43,3          | 9,1               | 24,9  | 1,3                     | 1990                     |
| Cajú-RJ                | 31,9                  | 28,9          | 23,1              | 15,1  | 1,7                     | Jun-Out/92               |
| Belo Horizonte<br>-MG  | 48,1                  | 35,8          | —                 | 15,1  | 0,6                     | Abr-Jun/92               |
| Uberaba-MG             | 29,8                  | 40,5          | 23,1              | 5,9   | 0,7                     | Mai-Jul/92               |
| Brasília-DF***         | 45,3                  | 18,4          | 29,2              | 6,3   | 0,8                     | Dez/91 -<br>Jul/92       |

Figura 2 - Produção de Materiais Recicláveis, em Porcentagem, de Usinas de Reciclagem e Compostagem

| USINAS DE LIXO     | FRAÇÃO RECICLÁVEL |             | REJEITOS |
|--------------------|-------------------|-------------|----------|
|                    | COMPOSTO          | RECICLÁVEIS |          |
| São Matheus-SP     | 53,9              | 1,7         | 44,4     |
| Vila Leopoldina-SP | 50,6              | 1,2         | 48,2     |
| Santo André-SP     | 37,3              | 1,4         | 61,3     |
| Cajú-SP            | 29,4              | 6,2         | 64,4     |
| Brasília-DF***     | 50,5              | 3,4         | 46,1     |

Figura 3 - Percentuais de Formação dos Produtos (Composto, Recicláveis e Rejeitos) das Usinas

| USINAS DE LIXO  | MATERIAIS RECICLÁVEIS |               |                   |       |                         | COMPOSTO |
|-----------------|-----------------------|---------------|-------------------|-------|-------------------------|----------|
|                 | LATAS/<br>SUCATA      | PLAS-<br>TICO | PAPEL/<br>PAPELÃO | VIDRO | ALUMÍ-<br>NIO/<br>COBRE |          |
| São Matheus     | 808                   | 444           | —                 | 178   | 21,5                    | 74123    |
| Vila Leopoldina | 814                   | 1206          | 764               | 333   | 10                      | 133755   |
| Santo André     | 268                   | 635           | 133               | 365   | 20                      | 39175    |
| TOTAL           | 1890                  | 2285          | 897               | 876   | 51,5                    | 247053   |

Figura 4 - Produção de Materiais Recicláveis e Composto, em t/ano nas Usinas Paulistas Durante o Ano de 1990

\* A fonte citada na figura 1 é a mesma para as demais informações das figuras 2, 3 e 4.

\*\* Os dados observados da Usina de Brasília-DF referem-se aos sistemas do Plano Piloto (DANO) e da cidade satélite de Ceilândia (TRIGA).

\*\*\* O período de amostragem da figura 2 é o mesmo para as figuras 3 e 4.