USP

Campus de São Carlos

ASPECTOS OPERACIONAIS RELACIONADOS COM USINAS DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO BRASIL

Alceu de Castro Galvão Junior

Orientador: Prof. Dr.: Valdir Schalch

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

ASPECTOS OPERACIONAIS RELACIONADOS COM USINAS DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO BRASIL

ALCEU DE CASTRO GALVÃO JUNIOR
ORIENTADOR: PROF. DR. VALDIR SCHALCH

nº 403 - REPIDISCA

lixo = comunicação (dinh)

ASPECTOS OPERACIONAIS RELACIONADOS COM USINAS DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO BRASIL

ALCEU DE CASTRO GALVÃO JUNIOR

DEDALUS - Acervo - EESC
31100013641

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS, DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, PARA OBTENÇÃO DO TITULO DE MESTRE EM IDRAÚLICA E SANEAMENTO.

SÃO CARLOS
ESTADO DE SÃO PAULO
ABRIL DE 1994

EESC • USP
Biblioteca
CAMPUS DE S. CARLOS

DEDICATÓRIA

"Sonhos, Acredite Neles"
(V. I. LENINE)

Dedico este trabalho a meus pais, minha irmã, minha esposa e minha avó (in memorium).

E também ao meu futuro filho na esperança de que no futuro, ele conviverá com uma sociedade menos "suja".

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e Prof. Dr. Valdir Schalch, pela sua orientação dedicada e apoio na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos, Paulo, Assis Filho, Rosane, Ninoska, Cláudio, José Carlos, Liana, Carlos Aggio, Carlos Costa, Marcos e Adriana pelo apoio e incentivo.

Aos Professores e Funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento que cooperaram com minha formação durante o mestrado.

A Prefeitura Municipal de Araraquara, aos Funcionários da Usina deste município e especialmente ao gerente Antonio Capela, que com sua experiência mostrou ser possível realizar este trabalho.

A todas as Prefeituras Municipais, Empresas Públicas e Privadas que contribuiram com a devolução dos formulários, fontes de dados para analise deste trabalho.

Aos companheiros da EISB-SABESP pelo apoio durante o trabalho.

A CETEPE, na pessoa de Renato Mota pela cooperação e execução de um vídeo de Usinas de Lixo.

Aos consultores de resíduos sólidos, Luís Cláudio Bona e Jorge Akutso, pelas suas críticas e sugestões durante este trabalho.

A minha namorada-esposa que me acompanhou durante este trabalho com carinho e compreensão.

A minha familia que mesmo distante não mediu esforços, apoio moral, estímulo e carinho para comigo nesta tarefa quando parecia infindável.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos por apenas 22 (vinte e dois) meses.

A mim, pela minha dedicação,persistência e paciência, pelas árduas viagens, pelos incansáveis telefonemas, pelas esperas de respostas e pela minha vitória final.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS----------i

LISTA DE TABELAS----------iii

LISTA DE FOTOS----------v

RESUMO----------vi

ABSTRACT----------vii

1. INTRODUÇÃO----------01

2. OBJETIVOS----------04

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA----------05

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS----------05

3.2. RECICLAGEM ----------09

3.3. COMPOSTAGEM ----------12

3.3.1.PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE COMPOSTAGEM----------14

3.4. USINAS DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM DE LIXO----------16

3.4.1. SISTEMA DANO----------19

3.4.2. SISTEMA TRIGA----------21

3.4.3. SISTEMA MAQBRIT----------22

3.4.4. SISTEMA SANECOM----------22

3.4.5. SISTEMA YOK----------24

3.4.6. SISTEMA PRÓPRIO OU SIMPLIFICADO----------25
3.4.7. SISTEMA CETESB----------26
3.4.8. SISTEMA BECCARI----------28
3.4.9. SISTEMA STOLLMEIER----------28

3.5. ASPECTOS INSTITUCIONAIS----------29

4. METODOLOGIA----------31

4.1. PROCEDIMENTO----------31

4.2. POPULAÇÃO-ALVO E PERÍODO----------32

4.3. USINAS DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM NO BRASIL----------32

4.4. ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO----------33

4.5. VISITAS TÉCNICAS----------34

4.6. TRATAMENTO DOS DADOS----------35

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO----------37

5.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS USINAS DE LIXO----------43
5.1.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE----------43
5.1.2. USINAS DE GRANDE PORTE----------50

5.2. CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DAS USINAS DE LIXO----------53
5.2.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE----------54
5.2.2. USINAS DE GRANDE PORTE----------57

5.3. PROBLEMAS COM OPERAÇÕES UNITÁRIAS----------59
5.3.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE----------59
5.3.2. USINAS DE GRANDE PORTE----------62

5.4. PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS,COMPOSTO E REJEITOS----------64
5.4.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE----------64
5.4.2. USINAS DE GRANDE PORTE----------66

5.5. PRODUÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS----------68
5.5.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE----------68
5.5.2. USINAS DE GRANDE PORTE----------75

5.6. INFORMAÇÕES PONTUAIS SOBRE USINAS DE LIXO----------81

5.7. USINAS DESATIVDAS OU PARALIZADAS----------81

6. CONCLUSÕES----------85

7. RECOMENDAÇÕES----------89

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA----------91

9. ANEXOS----------95

ANEXO I - USINAS DE LIXO NO BRASIL----------96

ANEXO II - FOTOS----------98

ANEXO III - FORMULÁRIO ----------105

ANEXO IV - DEFINIÇÃO DE TERMOS----------111

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 - Ciclo Fechado das Formas de Reciclagem de Resíduos Sólidos----------08

FIGURA 3.2 - Sistema Integrado de Resíduos Sólidos, Com Localização da Usina de Reciclagem e Compostagem----------16

FIGURA 3.3 - Esquema Geral de Operação de uma Usina de Reciclagem e Compostagem----------18

FIGURA 3.4 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema DANO----------20

FIGURA 3.5 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema TRIGA----------21

FIGURA 3.6 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema MAQBRIT----------23

FIGURA 3.7 - Esquema Geral de Operação de Usina do Sistema YOK----------24

FIGURA 3.8 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema Simplificado ou Próprio----------25

FIGURA 3.9 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema CETESB----------28

FIGURA 3.10 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema BECCARI----------28

FIGURA 5.1 - Produção de Materiais Recicláveis, Composto e Rejeitos nas Usinas de Pequeno e Médio Porte----------65

FIGURA 5.2 - Produção de Materiais Recicláveis, Composto e Rejeitos nas Usinas de Grande Porte----------67

FIGURA 5.3 - Produção de Plástico - Usinas de Pequeno e Médio Porte--------72

FIGURA 5.4 - Produção de Metais Ferrosos - Usinas de Pequeno e Médio Porte----------72

FIGURA 5.5 - Produção de Metais Nobres - Usinas de Pequeno e Médio Porte----------73

FIGURA 5.6 - Produção de Vidro - Usinas de Pequeno e MédioPorte----------73

FIGURA 5.7 - Produção de Papel e Papelão - Usinas de Pequeno e Médio Porte----------74

FIGURA 5.8 - Produção de Plástico - Usinas de Grande Porte----------78

FIGURA 5.9 - Produção de Metais Ferrosos - Usinas de Grande Porte----------78

FIGURA 5.10 - Produção de Metais Nobres - Usinas de Grande Porte----------79

FIGURA 5.11 - Produção de Vidro - Usinas de Grande Porte----------79

FIGURA 5.12 - Produção de Papel e Papelão - Usinas de Grande Porte----------80

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 - Geração de Resíduos Sólidos no Setor de Processamento de Alimentos----------06

TABELA 3.2 - Composição Média do Lixo Brasileiro----------09

TABELA 3.3 - Principais Materiais Recicláveis e Processo de Reciclagem----------11

TABELA 3.4 - Componentes do Resíduo Domiciliar Compostável----------13

TABELA 4.1 - Relação das Usinas Visitadas pelo Autor----------34

TABELA 5 - Usinas de Lixo Pesquisadas e Fontes de Consulta----------39

TABELA 5.1.1 - Relações entre Parâmetros Observados em Usinas de Pequeno e Médio Porte----------47

TABELA 5.1-A. - Características Gerais das Usinas de Pequeno e Médio Porte----------48

TABELA 5.1.2 - Relações entre Parâmetros Observados em Usinas de Grande Porte----------51

TABELA 5.1-B - Características Gerais das Usinas de Grande Porte----------52

TABELA 5.2-A - Características Operacionais das Usinas de Pequeno e Médio Porte----------55

TABELA 5.2-B - Características Operacionais das Usinas de Grande Porte----------58

TABELA 5.3-A. Problemas com Operações Unitárias das Usinas de Pequeno e Médio Porte----------60

TABELA 5.3-B - Problemas com Operações Unitárias das Usinas de Grande Porte----------63

TABELA 5.4-A - Produção de Recicláveis, Composto e Rejeitos nas Usinas de Pequeno e Médio Porte----------65

TABELA 5.4-B - Produção de Recicláveis, Composto e Rejeitos nas Usinas de Grande Porte----------67

TABELA 5.5-A - Produção de Materiais Recicláveis nas Usinas de Pequeno e Médio Porte----------70

TABELA 5.5-B - Produção de Materiais Recicláveis nas Usinas de Grande Porte----------77

TABELA 5.6 - Informações Pontuais sobre Usinas de Lixo----------82

TABELA 5.7 - Usinas Desativadas ou Paradas----------84

LISTA DE FOTOS

FOTO 1 - Bioestabilizador da Usina de Brasília-DF----------98

FOTO 2 - Saída do Composto para o Pátio de Compostagem da Usina de Brasília-DF----------98

FOTO 3 - Higienizador da Usina de Ceilândia-DF (Sistema TRIGA)----------99

FOTO 4 - Pátio de Compostagem da Usina de Ceilândia----------99

FOTO 5 - Recepção do Lixo da Usina de São José-SC (Sistema SANECOM)----------100

FOTO 6 - Esteira de Catação da Usina de São José-SC----------100

FOTO 7 - Moinho de Trituração e Pátio de Compostagem da Usina de São José-SC----------101

FOTO 8 - Fosso de Recepção da Usina de Varginha-MG (Sistema MAQBRIT)----------101

FOTO 9 - Esteira de Catação e Peneira da Usina de Varginha-MG----------102

FOTO 10 - Esteira de Catação e Peneira da Usina de Pirajú-SP (Sistema YOK)----------102

FOTO 11.Catação dos Recicláveis nas Leiras de Compostagem da Usina de Novo Hamburgo-RS(Sistema Simplificado)----------103

FOTO 12 - Peneiramento do Composto da Usina de Novo Hamburgo-RS------103

FOTO 13 - Maquete da Usina do Sistema STOLLMEIER----------104

RESUMO

Os resíduos sólidos podem ser divididos em três grupos, a saber: industriais, de serviços de saúde e domiciliares. Para cada grupo, há necessidade de se propor um gerenciamento que leve em consideração, não só os aspectos técnicos como os legais.

O presente trabalho se enquadra no grupo dos resíduos sólidos domiciliares e, mais especificamente, numa das formas alternativas para o seu tratamento (Usinas de Reciclagem e Compostagem).

Neste trabalho, são analisadas 56 (cinqüenta e seis) Usinas de Reciclagem e Compostagem das 71 (setenta e uma) existentes no país, segundo diferentes sistemas de operação.

Foram levantadas informações referentes às características gerais e operacionais dos sistemas, problemas específicos com operações unitárias, produção de materiais recicláveis, composto e rejeitos. Através destas informações, foi possível obter um diagnóstico do estado atual das Usinas de Reciclagem e Compostagem no país. Também foram realizadas algumas recomendações e sugestões com o objetivo de direcionar as futuras pesquisas para o estudo dos pontos críticos desses sistemas.

Os dados foram obtidos junto às Prefeituras Municipais, Autarquias Públicas e Empresas do Setor, através de formulários específicos e visitas técnicas.

Portanto, com este trabalho, espera-se contribuir para que esse setor da área de resíduos sólidos fique mais conhecido, principalmente quanto aos aspectos operacionais e aos materiais recicláveis, composto e rejeitos produzidos e se possa avaliar a possibilidade do uso das Usinas de Reciclagem e Compostagem como uma técnica eficaz no tratamento dos resíduos sólidos domiciliares.

ABSTRACT

The solid waste can be divided in three groups: industrial, health's service and domestic. For each group, there is a necessity to purpose a monitoring that considers the technical and legal aspects.

This present research is in involved in the group of domestic waste and, more especiffically, in a alternative form for your treatment (Composting and Recycling Units).

In this research, are analyzed 56 (fifty six) Composting and Recycling Units of 71 (seventy one) existed in the country, with different operational systems.

It was collected information about general and operational characteristics, production of recyclable material, compost and rejects. With these information, it was possible to obtain a diagnostic of the actual state of the Composting and Recycling Units in the country. Also, it was realized some recommendations and suggestions to give some directions to the future researches in this field.

These data was obtained from Municipalities, Publics and Privates Companies of the sector, by a specific formulary and technical visits.

Hence, this research hopes to contribute for this area of solid waste be more knowledge, mainly related with operational aspects and recyclable material, compost and rejects produced, and evaluate the possibility of use of Composting and Recycling Units as a efficient technique in the treatment of domestic solid waste.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios de sua origem, o homem vem gerando resíduos sólidos (lixo) através de atividades domésticas, comerciais e industriais. O desenvolvimento técnico-científico e o aprimoramento dos meios de produção tem resultado na criação de novos materiais e bens de consumo. Desta forma, o lixo resultante destes processos vem adquirindo cada vez mais características de maior diversidade e complexidade.

A concepção cultural de nossa sociedade de que o lixo é tudo aquilo que não presta e, portanto, se joga fora, fez com que sempre fosse destinado a locais confinados ou não, geralmente desprovidos de mínimos cuidados ambientais.

O esgotamento de matérias-primas e de fontes de energia, e as respostas da natureza ao tratamento e disposição final inadequados do lixo dado pelo homem, estão pressionando-o a rever os conceitos em relação a esse fato. A reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos estão ocupando o lugar do desperdício e do destino inadequado. A valorização do conteúdo do lixo é portanto uma necessidade para a própria sobrevivência humana. A sociedade procura contribuir, mesmo de forma espontânea, para o equacionamento desta questão através da adoção de novas tendências de consumo, que privilegiem o uso de bens e materiais com características por exemplo, de biodegradabilidade, durabilidade e reciclabilidade.

No Brasil, a maioria da população habita em aglomerados urbanos dotados de uma infra-estrutura sanitária bastante deficiente. Este modelo de desenvolvimento, que não cria condições para fixação no homem do campo, facilita o inchamento das cidades e, conseqüentemente, aumenta a geração de resíduos sólidos (lixo), tornando seu tratamento e disposição final cada vez mais complexo e oneroso. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico da Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 1989, publicada em 1992,

confirmou esta situação, revelando um quadro bastante alarmante de disposição final de resíduos sólidos no país. De acordo com a referida pesquisa, cerca de 49,0% dos resíduos coletados diariamente nas cidades brasileiras são dispostos em vazadouros ou lixões; 45,0% em aterros; 5,8% em usinas de reciclagem e de compostagem e 0,2% em usinas de incineração. Observa-se portanto que aproximadamente metade dos resíduos coletados apresentam tratamento e disposição final adequados, enquanto que aproximadamente a outra metade esta sendo disposta em locais inadequados, geralmente próximos a áreas verdes, mananciais de superfície e subterrâneos, podendo causar diversos impactos ao meio ambiente.

Dentre as opções de tratamento de resíduos sólidos existentes no país, a Usina de Reciclagem/Compostagem apresenta-se, teoricamente, como a opção mais correta sob o ponto de vista ambiental. Este sistema possibilita o retorno de materiais recicláveis como por exemplo, vidro, papel, papelão, plástico, metais e de matéria orgânica aos ciclos de consumo e de produção.

As usinas de lixo são centros de triagem e de compostagem de resíduos sólidos domiciliares, dotados ou não de equipamentos eletro mecânicos em suas operações unitárias. Estes sistemas geram produtos como materiais recicláves e composto orgânico, que são destinados as indústrias recicladoras e a agricultura, respectivamente, e sub-produtos como líquidos percolados, rejeitos, odores e vetores. No Brasil existem cerca de 71 (setenta e uma) usinas de lixo operando sob diferentes sistemas tecnológicos.

O quadro atual nas usinas de lixo no país apresenta uma série de problemas de ordem gerencial e operacional, entre os quais podem ser citados:

- Os produtos das usinas são de baixa qualidade, causando dificuldades e baixos preços para a sua comercialização;
- Alguns sistemas estão parados ou desativados devido às péssimas condições de operação e com instalações em locais inadequados;
- Baixos níveis de produção de recicláveis e de composto superados, em algumas vezes, pela produção de rejeitos.

Estes problemas estão gerando um descrédito nas usinas de lixo como opção tecnológica para resolução dos problemas dos resíduos sólidos.

O entendimento do verdadeiro papel das usinas no manejo e tratamento dos resíduos sólidos será facilitado pela análise dos dados operacionais e de produção das mesmas. As usinas podem ter um papel importante na solução dos problemas dos resíduos sólidos e na conservação do

meio ambiente, desde que compreendidos os seus limites e as suas condições de operação.

Portanto, um estudo das condições de operação das usinas de lixo no país se faz necessário para o entendimento da problemática, que aponte sugestões para melhoramento destes sistemas, já que nos dias atuais, os mesmos são vistos como uma "caixa preta" , não levando-se em consideração uma análise mais profunda que aponte medidas a serem tomadas para o seu equacionamento e, como consequência, seu emprego de uma forma mais correta.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal o estudo dos aspectos operacionais das usinas de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares no Brasil.

Constituem-se objetivos específicos deste trabalho:

- Avaliação das condições de operação das usinas existentes no país;

- Determinação dos percentuais de geração dos produtos (recicláveis e composto) e sub-produtos (rejeitos) segundo os diferentes sistemas atualmente em operação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

→ Com o crescente aumento da produção de resíduos sólidos, principalmente nos grandes centros urbanos, em função do aumento populacional e da intensificação do processo industrial, os problemas decorrentes do manejo, tratamento e disposição final inadequados destes resíduos vêm se agravando podendo se esperar que, a médio ou longo prazo, provoquem mudanças radicais ao meio ambiente e conseqüentemente aos seus habitantes. A geração desses resíduos é decorrente principalmente das seguintes atividades humanas: industrial, comercial, doméstica, de serviços de saúde e agrícola. A Tabela 3.1 exemplifica a geração de resíduos sólidos de um setor produtivo (alimentício), nos âmbitos industrial, comercial e doméstico. Este exemplo pode ser estendido a qualquer bem de consumo ou produto que, desde o início do ciclo produtivo até o consumo final, gera uma série de resíduos, seja por ineficiência do processo ou por falta de tecnologias apropriadas. A maior parte dos resíduos sólidos gerados em todos os setores produtivos tem como disposição final, os chamados "lixões". Estes depósitos a céu aberto apresentam um triste quadro de degradação social (catadores em busca de materiais e alimentos) e ambiental (contaminação do solo, ar e recursos hídricos) (PEREIRA NETO et al., 1993).

De forma a desacelerar o processo de geração de resíduos, buscam-se soluções no sentido de minimizar ou prevenir a geração destes resíduos, uma vez que os custos envolvidos no tratamento e acondicionamento dos mesmos são geralmente elevados.

TABELA 3.1 - Geração de Resíduos Sólidos no Setor de Processamento de Alimentos

SETOR	PRODUTOS	RESÍDUOS PRODUZIDOS
PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS	ÓLEOS EXTRATOS PÓS ESSÊNCIAS CONSERVAS DOCES DERIVADOS	-Cascas, restos de folhas, ramos, polpas, etc.; -Restos, sobras, aparas, avarias de embalagens, metálicas, de vidro, plásticos, papel e papelão; -Restos de rotulagem e impressão; -Restos de embalagens no despacho, estocagem e comercialização; -Resíduos do setor de manutenção de máquinas, equipamentos e escritório; -Restos dos alimentos e embalagens após consumo domiciliar;

O método mais eficiente de combater os problemas do gerenciamento dos resíduos sólidos é através da prevenção e minimização de sua geração, pela redução do volume de resíduos e do efeito poluidor das substâncias envolvidas no processo produtivo (NELS, 1991).

A alternativa da prevenção ou não geração de resíduos sólidos passa obrigatoriamente por mudanças de concepção dos processos produtivos como utilização de novos materiais, diminuição de embalagens, redução de perdas e também na mudança do comportamento dos consumidores. No Brasil, somente as perdas nos setores produtivos da economia representam 11,3 % do Produto Interno Bruto (CAMARGO, 1991).

A minimização ou reciclagem de resíduos sólidos envolve o retorno dos materiais utilizados (recicláveis) ao início do processo produtivo sob a forma de matérias-primas (primárias ou secundárias). Esta concepção é denominada de

ciclo fechado da reciclagem. A Figura 3.1 apresenta um esquema do conceito proposto por NELS, sob as diferentes formas de reciclagem.

Os conceitos de prevenção e minimização de resíduos apresentam-se interligados havendo, na prática, pouca diferenciação.

A reciclagem apresenta uma série de vantagens ao homem e ao meio ambiente (MUÇOUÇAH, 1991).:

- Preservação dos recursos naturais (fontes de matérias-primas);
- Redução de custos na reindustrialização de novos materiais a partir dos recicláveis;
- Geração de empregos e criação de micro, pequenas e médias empresas;
- O resíduo que é reciclado deixa de sobrecarregar os sistemas de disposição final dos mesmos, representando um aumento da vida útil dos aterros.

A composição média do lixo domiciliar brasileiro apresentada na Tabela 3.2, demonstra o potencial do conteúdo do mesmo. A utilização de tecnologias adequadas tornaria viável a reciclagem de grande parte das suas frações orgânica (77,0 %) e inorgânica (23,0 %).

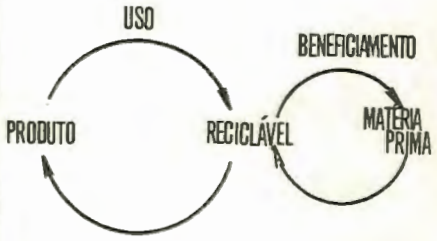
FORMAS DE RECICLAGEM	CONCEITO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
PRIMÁRIA	O produto, após uso, retorna ao ciclo para ser utilizado de uma forma secundária, diferente de sua função original. O custo do retorno do reciclável ao ciclo é desprezível. Exemplo: -Reutilização de embalagens plásticas de supermercados no acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares.	
SECUNDÁRIA	O produto retorna ao ciclo após uma operação de beneficiamento que consiste na limpeza de impurezas. O custo do beneficiamento pode ser elevado dependendo do tipo de material. Existem perdas de massa nos materiais. Exemplo: - Reciclagem do vidro e do plástico duro.	
TERCIÁRIA	O produto retorna ao ciclo após passar por operações físicas (térmicas) e por processos químicos e biológicos. As perdas de massa e o custo de reprocessamento dos materiais são elevados. Em função da complexidade das operações, a reciclagem terciária é considerada considerada uma forma de tratamento. Exemplo - Compostagem	

FIGURA 3.1: Ciclos Fechado das Formas de Reciclagem de Resíduos Sólidos
Fonte: NELS, 1991.

TABELA 3.2: Composição Média do Lixo Domiciliar Brasileiro

COMPOSIÇÃO	PERCENTUAL EM PESO (%)
PAPEL E PAPELÃO	24,5
PLÁSTICO	2,9
VIDRO	1,6
METAL FERROSO	1,4
METAL NÃO FERROSO	0,9
MATÉRIA ORGÂNICA	52,5
OUTROS	16,2
TOTAL	100,0

Fonte: PEREIRA NETO, 1991

3.2. RECICLAGEM

A reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares é realizada principalmente no papel, papelão, vidro, plástico e metal. Cada um destes componentes é subdividido em diversas categorias conforme suas características físicas e químicas, cuja classificação resulta em diferenciação de preços. Observa-se que nem todos os componentes do lixo domiciliar são recicláveis. A reciclagem de um determinado material depende de sua qualidade, disponibilidade de tecnologia e viabilidade econômica para reciclá-lo (LOPES, 1993). Os materiais recicláveis estão presentes nas embalagens dos produtos de uso doméstico como alimentos, produtos de limpeza e uso pessoal. Estudo realizado na cidade de São Paulo, constatou que 30,0 a 45,0% do lixo urbano é constituído de embalagens (MESQUITA, 1992).

O papel e o papelão em condições de reciclabilidade, isentos ou com poucas impurezas, são considerados dentro do mercado informal da reciclagem, componentes da fração inorgânica.

No Brasil, a indústria de reciclagem está inserida na chamada economia informal, o que dificulta a quantificação dos recursos gerados por este setor. Segundo a Associação Nacional dos Aparistas de Papel, as indústrias nacionais reciclam cerca de 3.100.000 (três milhões e cem mil) toneladas de aparas por ano, envolvendo mais de 600 (seiscentas) pequenas e médias empresas espalhadas por todo o país. Conforme a Cooperativa dos Catadores de Rua de São Paulo, atuam mais de 100.000 (cem mil) garrafeiros e catadores de lixo na região metropolitana da cidade (MUÇOUÇAH, 1991). Portanto, a reciclagem representa uma importante atividade econômica e um setor gerador de empregos diretos e indiretos.

A coleta seletiva de lixo é uma das formas de facilitar a reciclagem, consistindo na separação de papeis, metais, plásticos e vidros na fonte geradora, sendo estes materiais posteriormente classificados por categoria e encaminhados às indústrias recicladoras (AMAZONAS, 1992). A atividade realizada pelos catadores de rua e dos lixões é uma forma de coleta seletiva espontânea, sendo muito significativa no Brasil (OBLADEN et al., 1993). A coleta seletiva de lixo institucional, ou seja, coordenada por algumas Prefeituras Municipais, está sendo realizada de forma piloto e incipiente, sendo ainda pouco representativa no país.

A legislação brasileira não prevê normalização que especifique os tipos de materiais recicláveis. Em países da Europa e nos Estados Unidos, utiliza-se a padronização dos recicláveis, que consiste na identificação por códigos, os tipos de materiais com que foram confeccionados facilitando a triagem e a comercialização.

A expansão dos programas de reciclagem no país esbarra em aspectos institucionais e tecnológicos, entre os quais:

- Inexistência de uma padronização obrigatória dos materiais industrializados, dificultando a sincronização dos setores envolvidos na reciclagem;

- O tipo de coleta domiciliar predominante no país, onde as frações inorgânica e orgânica são misturadas nas fontes geradoras, acarreta a diminuição da qualidade dos materiais recicláveis, tornando-os algumas vezes, materiais impróprios para a reciclagem;

- A marginalidade econômica do setor de reciclagem dificulta a ação de políticas favoráveis ao seu desenvolvimento.

A Tabela 3.3 apresenta algumas características dos principais tipos de materiais recicláveis comercializados no país.

TABELA 3.3 - Principais Materiais Recicláveis e Processo de Reciclagem

MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO	PROCESSO DE RECICLAGEM	REUTILIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
VIDRO	*INCOLOR *ÂMBAR *VERDE	O VIDRO É 100% RECICLÁVEL. QUANDO TRANSFORMADO É FUNDIDO À TEMPERATURA BEM INFERIOR ÀQUELA NECESSÁRIA A FUSÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS (AREIA,CALCÁREO, FELDSPATO BARRILHA)	*EMBALAGENS DE ALIMENTOS E DE BEBIDAS * VIDRAÇARIA *ORNAMENTAÇÃO	A UTILIZAÇÃO DO CACO DE VIDRO COMO MATÉRIA-PRIMA SE FAZ SEM PERDAS: 1 t DE CACO DE VIDRO REFUNDIDO PRODUZ 1 t DE VIDRO NOVO. A GARRAFA DE VIDRO INTEIRA PODE SER REUTILIZADA QUASE QUE DIRETAMENTE.
PLÁSTICO	*TERMOPLÁSTICO -POLIETILENO -PET -POLIPROPILENO -PVC *TERMOFIXOS	1. ESTOCAGEM DOS FARDOS COLETADOS; 2. DESINTEGRAÇÃO DOS FARDOS; 3. LAVAGEM E RETIRADA DAS IMPUREZAS METÁLICAS E INORGÂNICAS; 4. MOAGEM E SEPARAÇÃO POR HIDRO-CENTRIFUGAÇÃO 5. SECAGEM E EMBALAGEM.	*EMBALAGENS DE ALIMENTOS *ARTIGOS PARA O LAR *SACARIAS *BRINQUEDOS	NO BRASIL NÃO EXISTE UM SISTEMA DE PADRONIZAÇÃO OBRIGATÓRIA DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS.
PAPEL	*BRANCO *KRAFT *CARTOLINA *ONDULADO *MISTO	1. DESAGREGAÇÃO DA PASTA CELULÓSICA; 2. LIMPEZA E DEPURAÇÃO DA MASSA OBTIDA; 3. REFINAÇÃO DA MASSA; 4. FORMAÇÃO DA FOLHA DE PAPEL; 5. SECAGEM DA FOLHA DE PAPEL	*JORNAIS *REVISTAS *CADERNOS *EMBALAGENS *ENVELOPES *CADERNOS *FORMULÁRIOS	CADA TONELADA DE PAPEL RECICLADO EVITA O CORTE DE 25 A 30 EUCALIPTOS COM 7 ANOS DE IDADE, OU UMA ÁREA PLANTADA DE 100 A 350 M². CERCA DE 30% DA PRODUÇÃO NACIONAL É DEDICADA A RECICLAGEM DO PAPEL.
METAL	*ALUMÍNIO *COBRE *FERRO	NO REAPROVEITAMENTO DE LATAS, O LATÃO É INICIALMENTE COMPACTADO E PROCESSADO COM A ELIMINAÇÃO DE DE TINTAS E VERNIZES. COM A FUSÃO DO LATÃO, HAVERÁ A FORMAÇÃO DE UM NOVO LINGOTE QUE SERÁ ENCAMINHADO A EMPRESA PRODUTORA DO LINGOTE.	*LATAS *CHAPAS *PLACAS *MÓVEIS	DENTRE OS MATERIAIS RECICLÁVEIS, O ALUMÍNIO É O QUE POSSUÍ O MAIOR VALOR DE REVENDA. A ECONOMIA DE ENERGIA NO REPROCESSAMENTO DO ALUMÍNIO É DE 95%.

Fonte: AMAZONAS,1990, GOUNDOUR, 1990, CASTRO, 1991

3.3. COMPOSTAGEM

A compostagem aeróbia é definida como "um processo controlado, desenvolvido por uma colônia mista de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, predominantemente termófilas, e a segunda, ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação " (PEREIRA NETO, 1989). Na primeira fase o material alcança o chamado estado de bioestabilização, onde a decomposição ainda não foi completada. A segunda fase, mais longa, é a da maturação, no qual a massa em fermentação atinge a humificação, estado em que o adubo apresenta as melhores condições como melhorador do solo e fertilizante. Dependendo do processo e do tipo do material a ser compostado, a primeira fase varia de 25 a 35 dias e a segunda de 30 a 60 dias (PEREIRA NETO, 1989). O produto da compostagem, denominado de composto, é um condicionador do solo, pelo fato de sua matéria orgânica humificada estar em maior proporção, e que corresponde a cerca de 40 a 70 % (SCHALCH & REZENDE, 1992). Na Tabela 3.4, são apresentados os componentes da fração orgânica dos resíduos domiciliares.

No preparo da matéria orgânica para a compostagem, é necessário que o tamanho da partícula seja pequeno resultando em uma maior superfície de exposição para os microrganismos e maior rapidez na sua decomposição (KIEHL, 1985)

A compostagem é feita em pátios, geralmente planos e pavimentados, onde a matéria orgânica fica disposta sob a forma de leiras durante todo o processo. A experiência tem demonstrado que as dimensões ideais das leiras são as seguintes: largura entre 2,5 a 3,5 metros; altura não deve, no início, ultrapassar de 1,5 a 1,8 metros reduzindo-se com o decorrer do processo; o comprimento pode ser variável (KIEHL, 1985).

TABELA 3.4: Componentes do Resíduo Domiciliar Compostável

CATEGORIA DOS RESÍDUOS COMPOSTÁVEIS	EXEMPLOS ESPECÍFICOS
Resíduos de Quintal	Plantas caseiras, folhas e galhos de podas de árvores, gramas.
Restos de Alimentos	Cascas de frutas e verduras, carnes, sobras de alimentos das refeições.
Resíduos de Animais Doméstico	Excreções de gatos, cachorros e aves.
Papel Sujo e Úmido	Papel toalha, guardanapos, filtro de café, papeis higiênico e absorvente.
Papel Seco de Embrulho Que Não é Reciclado por Falta de Mercado	Caixas de cereais e de biscoitos, caixas de detergentes.

Fonte: BEYEA. et al., 1992.

Como processo biológico, a compostagem tem todas as vantagens e limitações deste tipo de processo (GOLUEKE & DIAZ, 1990). O desconhecimento dos parâmetros que influenciam a compostagem em suas fases, pode levar a produção de um composto com propriedades nocivas ao solo (PEREIRA NETO & STENTIFORD, 1993). Para tanto, a produção de um composto higienizado e balanceado de nutrientes é diretamente relacionada ao controle dos parâmetros do processo.

3.3.1. PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Os principais fatores que influenciam o processo de compostagem são nutricionais e ambientais. Dentre os nutricionais destacam-se o Carbono, Nitrogênio e Relação C/N. O Carbono e o Nitrogênio são utilizados pelos microrganismos da compostagem como fonte de energia, para reprodução e manutenção de sua estrutura e organização celular (GOLUEKE, 1992). Os principais fatores ambientais são a aeração, umidade e temperatura. Estes fatores estão relacionados ao controle do processo pelo homem e ao tipo de tecnologia utilizada para a compostagem.

FATORES NUTRICIONAIS

CARBONO (C): O Carbono é usado pelos microrganismos como principal fonte de energia e constituinte das estruturas celulares (GOLUEKE & DIAZ, 1990). Parte da perda de massa e da geração de calor, característicos do processo de compostagem, devem-se a oxidação do Carbono para o Dióxido de Carbono. O Carbono está presente na fração orgânica dos resíduos sólidos domésticos na forma de restos de alimentos (açúcares, proteínas, gorduras), facilmente degradáveis e nos papeis e restos de limpeza de jardins (celulose e lignina) cujas moléculas são mais resistentes ao ataque microbiológico;

NITROGÊNIO (N): O nitrogênio é o principal constituinte do protoplasma dos microrganismos participantes da compostagem (LINDENBERG., 1991). O crescimento dos microrganismos dá-se obrigatoriamente na presença de nitrogênio. Nos resíduos sólidos domiciliares, o nitrogênio é encontrado em materiais provenientes de limpeza de jardins, quintais, restos de alimentos e excreções de animais;

RELAÇÃO C/N: O equilíbrio dos nutrientes, representado através da relação C/N, é um fator fundamental para o sucesso do processo de compostagem (PEREIRA NETO, 1989). A taxa ótima para a relação C/N no início da compostagem é próxima a 30:1 (GOLUEKE & DIAZ , 1990). Quando a relação C/N é bastante alta, excesso de carbono sobre nitrogênio, as taxas de

reprodução e crescimento celular declinam na proporção da exaustão do nitrogênio. Para estes casos, é aconselhável a adição de material rico em nitrogênio (lodo de esgoto) ao resíduo a ser compostado. Quando a relação C/N for baixa, excesso de nitrogênio na massa compostável, este é eliminado através da volatilização da amônia, reestabelecendo o equilíbrio da relação C/N (LINDENBERG, 1991). A amônia quando liberada ao solo pode ser tóxica as raízes das plantas (GOLUEKE, 1992).

FATORES AMBIENTAIS

TEMPERATURA: A temperatura no processo de compostagem deve ser suficientemente alta para destruir os organismos patogênicos e inferior a 60-70 °C para evitar a morte dos microganismos (GOLUEKE & DIAZ, 1990). No início da compostagem, a leira pode registrar temperaturas de 40 a 60 °C, indicando condições satisfatórias de equilíbrio de seu ecossistema (PEREIRA NETO, 1990). Quando a fonte de carbono mais disponível for exaurida, a temperatura cai para valores baixos (35-38 °C), indicando o fim da primeira fase (PEREIRA NETO, 1990). O controle da temperatura nas leiras é feito através de revolvimento periódico. Este processo é o mais simples, quando não se dispõe de outros mecanismos para controle dos demais parâmetros;

AERAÇÃO: A aeração é importante para o controle da temperatura, aceleração da atividade microbiana e diminuição da emanação de odores. A taxa de aeração torna-se excessiva quando ultrapassa a taxa de geração de calor na massa de compostagem, causando esfriamento da mesma ou quando acelera a evaporação reduzindo a umidade a níveis que inibem a atividade microbiológica (GOLUEKE & DIAZ, 1990). O formato e tamanho das leiras pode ocasionar condições adversas à atividade dos microrganismos aérobios;

UMIDADE: Valores baixos de umidade (< 40%) causam inibição da atividade dos microrganismos do processo de compostagem, enquanto que o excesso de umidade (> 70%) pode provocar condições de anaerobiose (LIMA, 1991)(KIEHL, 1987). O teor de umidade ideal para o processo de compostagem situa-se em torno de 55% (PEREIRA NETO, 1990).

O uso e aplicação do composto no solo apresenta uma série de vantagens (PINTO apud SCHALCH et al., 1990):

- Retenção da umidade do solo em períodos secos;
- Prevenção da erosão;
- Melhoria das propiedades biológicas do solo com aperfeiçoamento de sua microestrutura;
- Aumento da permeabilidade durante períodos chuvosos.

3.4. USINAS DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM

O termo "Usina" é definido como "qualquer estabelecimento industrial equipado com máquina" ou "destinado a produção de energia como usina hidrelétrica ou termoelétrica" (HOLANDA, 1989). No Brasil, os sistemas de reciclagem e compostagem de lixo são denominados usinas, diferentemente do conceito etimológico da palavra.

As usinas são centros de triagem e de compostagem dos resíduos sólidos domésticos das frações inorgânica e orgânica, respectivamente, operacionalizados em maior ou menor escala por equipamentos eletro-mecânicos. A localização da usina dentro de um sistema integrado de resíduos sólidos é apresentado na Figura 3.2.

FIGURA 3.2: Sistema Integrado de Resíduos Sólidos, Com Localização da Usina de Reciclagem e Compostagem.

A usina de lixo deve ser considerada uma etapa intermediária no manejo e tratamento dos resíduos já que gera produtos e sub-produtos que

necessitam de uma destinação posterior. Os principais produtos de uma usina são materiais recicláveis e composto. A usina gera também sub-produtos indesejáveis ao meio ambiente tais como rejeitos, líquidos percolados, odores e vetores. Os rejeitos são materiais impróprios para a reciclagem ou com pouco valor comercial, separados dos materiais recicláveis e compostáveis na recepção do lixo, esteira de catação e peneira. Quando a usina está operando com sua capacidade máxima, os veículos coletores descarregam o lixo em depósitos (aterros ou lixões), tornando aqueles materiais potencialmente recicláveis em rejeitos (GALVÃO JUNIOR & SCHALCH, 1993b). Outro fator favorável à formação de rejeitos é o sistema de trituração da maioria dos veículos coletores do tipo compactador, o qual possibilita a mistura da matéria orgânica com os materiais recicláveis. Isto dificulta a separação destes materiais na esteira, tornando-os por certas vezes, proibitivos à reciclagem (GALVÃO JUNIOR & SCHALCH, 1993b)

Na escolha do terreno para construção de usinas de reciclagem e compostagem, devem ser observados os seguintes aspectos (LINDENBERG, 1992):

- Existência de recursos mínimos que possibilitem a preservação do meio ambiente;
- Localização favorável à venda do composto e dos recicláveis;
- Área útil compatível com a capacidade prevista, considerando a necessidade de se contar com: balança, pátio de cura, vias de circulação, locais para estacionamento, estocagem da matéria-prima e dos produtos, edifícios para administração e de atendimento aos servidores, entre outros.

Ainda segundo LINDENBERG, são necessários para a área de uma usina cerca de 200 m^2/t.dia de lixo processado, desde que a topografia e as condições do terreno sejam favoráveis.

A introdução das usinas de lixo no país remonta há cerca de 30 (trinta) anos, sendo que a maioria dos sistemas foi instalado na segunda metade da década de 80. A aceleração da implantação das usinas ocorreu nos anos 86/87, quando o Banco Nacional de Desenvolvimento Economico e Social (BNDES), ofereceu a prefeituras municipais uma linha de crédito para compra dos equipamentos de usinas de lixo (BLEY JUNIOR, 1993). Hoje, existem mais de 70 (setenta) usinas no país conforme levantamento apresentado no Anexo I.

De maneira geral, a maioria das usinas de lixo possuem 05 (cinco) operações unitárias básicas: recepção do lixo, catação na esteira, moagem, compostagem e peneiramento. Em algumas usinas, a catação dos materiais recicláveis na esteira é substituída pela catação nas leiras ou ao nível do chão em um barracão.

A operação de peneiramento de materiais orgânicos de baixa densidade deve ser realizada em peneiras rotativas, não sendo aconselháveis as peneiras vibratórias, as quais dão baixo rendimento quando trabalham com substâncias leves (KIEHL, 1985). A moagem é inexistente ou foi retirada de diversos sistemas. Nas grandes usinas, as operações unitárias são mais complexas, havendo um nível de mecanização bastante elevado.

A Figura 3.3, apresenta o esquema geral de operação de uma usina de Reciclagem e Compostagem.

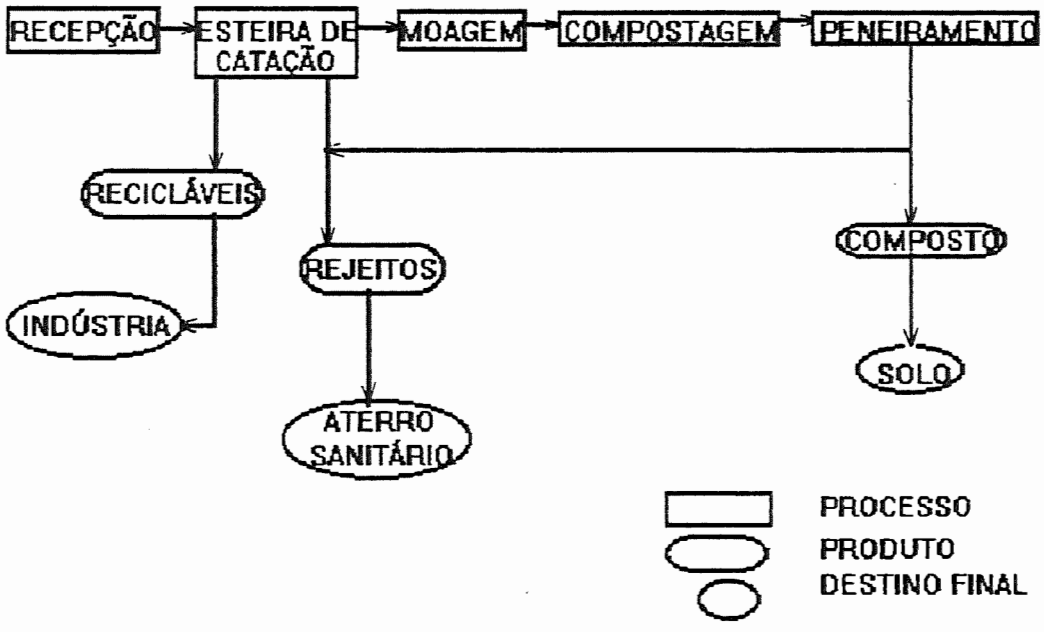


FIGURA 3.3: Esquema Geral de Operação de uma Usina de Reciclagem e Compostagem.

Os diferentes tipos de tecnologias das usinas diferem quanto ao grau de mecanização, utilização de mão de obra, capacidade de processamento, entre outras. Os principais sistemas de usinas existentes no país são:

- DANO;
- TRIGA;
- SANECOM;
- MAQBRIT;
- YOK;
- SIMPLIFICADO ou PRÓPRIO;
- CETESB;
- BECCARI;
- STOLLMEIER.

As usinas com tecnologias DANO e TRIGA são dotadas com sistemas de insuflamento de ar em unidades fechadas (bioestabilizador-DANO e higienizador-TRIGA) com o objetivo de acelerar o processo de compostagem. Estas tecnologias são importadas de países europeus.

A descrição das operações das usinas dos sistemas citados são apresentados a seguir com os respectivos esquemas. No Anexo II, são mostradas fotos referentes a algumas operações destes sistemas.

3.4.1. SISTEMA DANO

O sistema DANO possuí 06 (seis) etapas básicas: recepção, triagem manual, seleção eletromagnética, bioestabilização, peneiramento e cura do composto (LIMA., 1991). A bioestabilização é a etapa mais importante do processo consistindo na aceleração da fermentação da matéria orgânica através do insuflamento de ar e no controle da umidade nos bioestabilizadores (SCHALCH et al., 1990). O esquema geral de operação de uma usina do sistema DANO é apresentado na Figura 3.4.

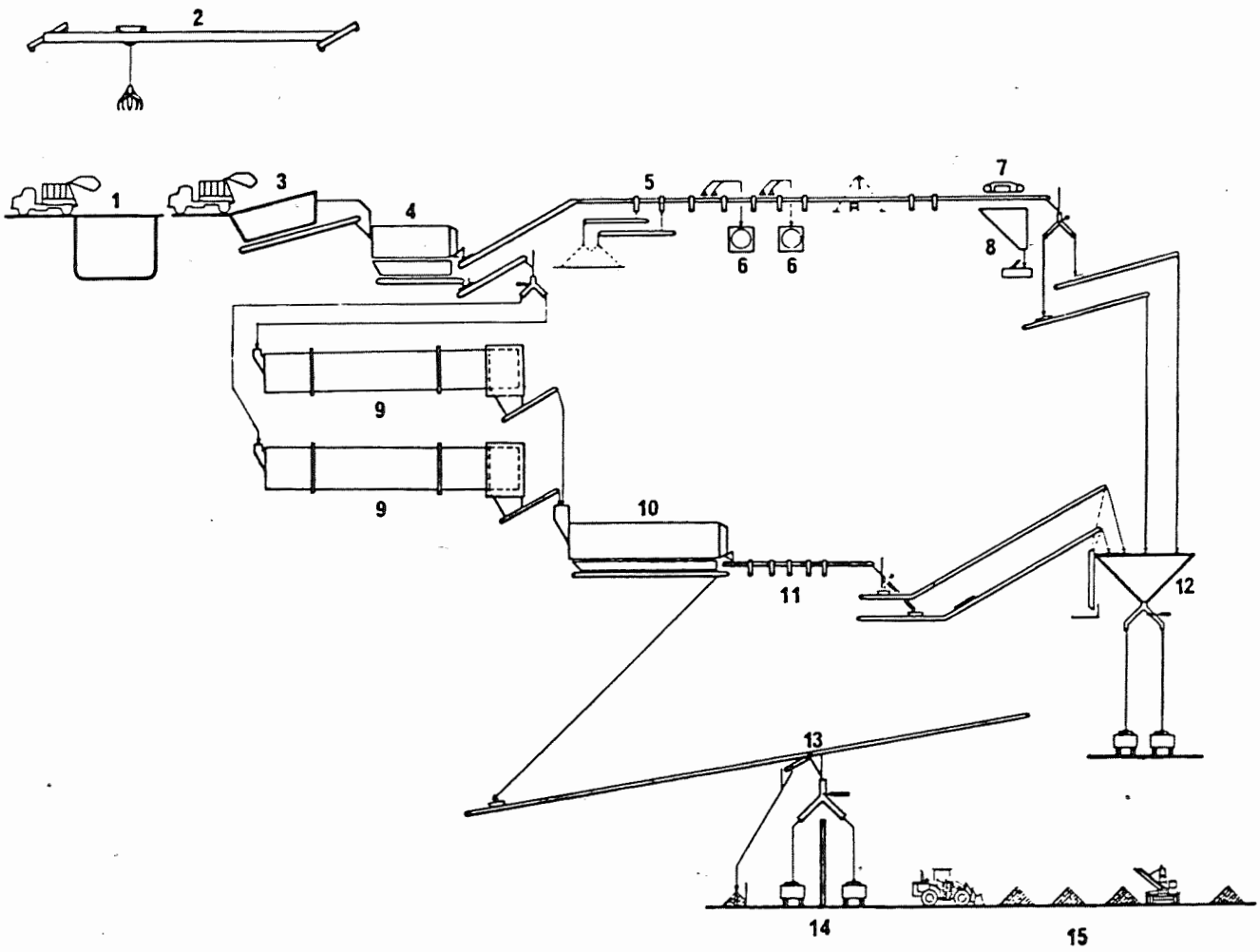


FIGURA 3.4 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema DANO Operações (ENTERPA ENGENHARIA):

1. Recepção do lixo no fosso;
2. Ponte rolante com pólipo que leva o lixo do fosso a moega de alimentação;
3. Moega de alimentação;
4. Separação dos materiais recicláveis na peneira primária;
5. Separação dos materiais inertes e recicláveis na mesa de catação primária;
6. Extração pneumática de plástico filme;
7. Separação eletromagnética;
8. Prensagem dos materiais ferrosos;
9. Entrada da matéria orgânica no bioestabilizador, onde ocorre insuflamento de ar, acelerando o processo de digestão aeróbia;
10. Separação das partículas menores do material compostável através de uma peneira rotatória;
11. Nova seleção de materiais recicláveis em uma mesa de catação;

12. Encaminhamento dos rejeitos para disposição final;
13. Separação balística;
14. Terminal do composto;
15.O composto crú é depositado em leiras no pátio de compostagem onde ocorre o processo de maturação. As leiras são revolvidas em períodos de 5 a 7 dias.

3.4.2. SISTEMA TRIGA

A fermentação aeróbia no sistema TRIGA ocorre em silos ou torres troncocônicos (higienizadores) onde o lixo é submetido à aeração forçada (LINDENBERG, 1991). No Brasil, existem 03 (três) usinas equipadas com este sistema: Uberaba-MG, Cajú-RJ e Ceilândia-DF. O esquema geral de operação da uma usina do sistema TRIGA é apresentado na Figura 3.5.

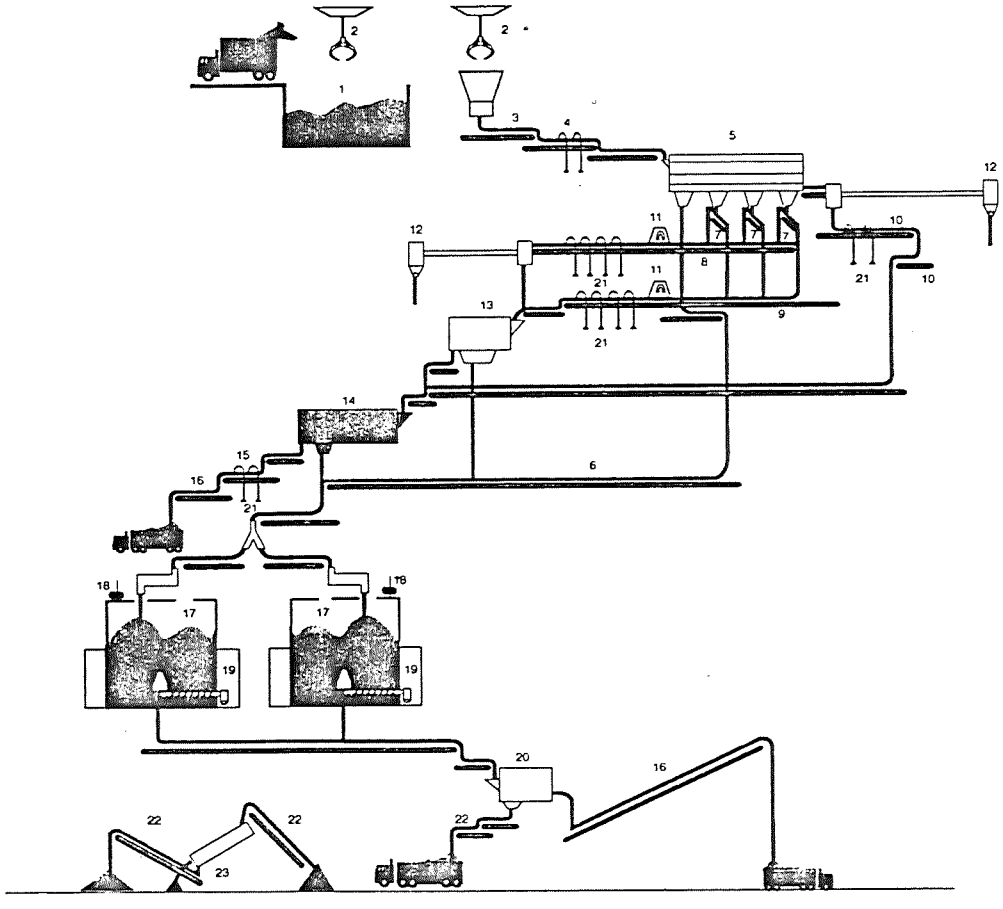


FIGURA 3.5 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema TRIGA

1. Fosso de recepção;
2. Ponte rolante e Polipo;
3. Alimentador;
4. Catação de garrafas;
5. Peneira Primária;
6. Finos;
7. Balísticos;
8. Catação de aderentes;
9. Catação de rolantes;
10. Catação de grossos;
11. Separadores Eletromagnéticos;
12. Separadores Pneumáticos;
13. Peneira Secundária;
14. Triturador Autógeno;
15. Catação do rejeito;
16. Rejeito;
17. Higienizador;
18. Supressor;
19. Mecanismo de extração;
20. Peneira de Afinagem;
21. Materiais reciclados;
22. Composto;
23. Beneficiamento.

3.4.3. SISTEMA MAQBRIT

Neste sistema, a principal função dos equipamentos é a separação dos materiais potencialmente recicláveis da matéria orgânica. A compostagem é realizada em um pátio onde são controlados os principais parâmetros. O esquema da operação de uma usina do sistema MAQBRIT é mostrada na Figura 3.6.

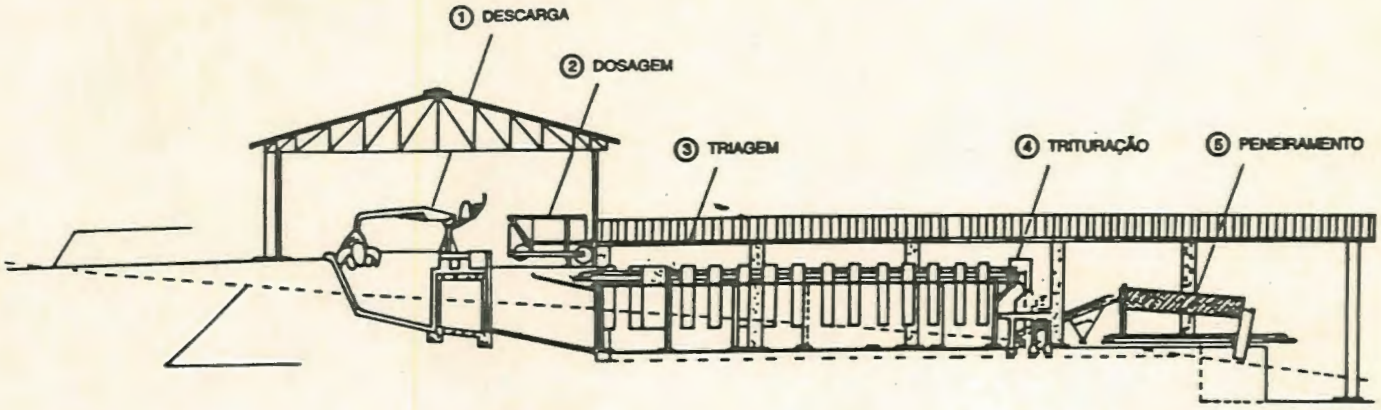


FIGURA 3.6 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema MAQBRIT
Operações (MAQBRIT):

1. Descarga do lixo no fosso de recepção;
2. Dosagem do lixo;
3. Triagem dos materiais recicláveis e rejeitos na esteira de catação;
4. O material que passa pela esteira é triturado em um moinho;
5. Peneiramento da matéria orgânica triturada, a qual é disposta no pátio de compostagem na forma de leiras. Após a maturação, a matéria orgânica é novamente peneirada para retirada dos rejeitos.

3.4.5. SISTEMA SANECOM

A operação de usinas do sistema SANECOM assemelha-se ao das usinas do sistema MAQBRIT, excetuando-se pela ausência do peneiramento da matéria orgânica anterior a disposição no pátio de compostagem.

3.4.6. SISTEMA YOK

O sistema YOK apresenta concepção tecnológica semelhante aos sistemas MAQBRIT e SANECOM diferenciando-se na catação dos recicláveis que é realizada ao nível do terreno. O esquema geral de uma usina do sistema YOK é apresentado na Figura 3.7.

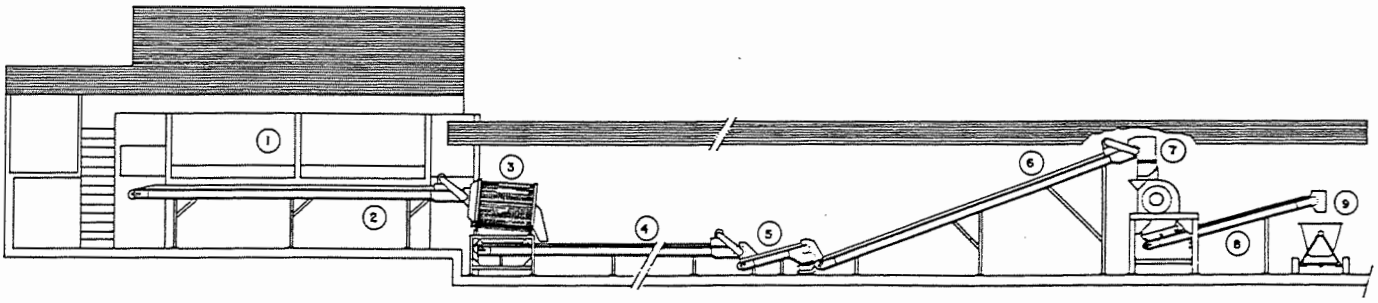


FIGURA 3.7: Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema YOK

Operações (YOK):

1. Descarregamento do caminhão de coleta na caixa de entrada;
2. O lixo cai num tranportador por correia sendo despejado a seguir, no tambor;
3. No tambor ocorrem a abertura dos sacos por meios de facas internas e a separação dos materiais mais leves;
4. Separação manual dos componentes inorgânicos do lixo;
5. Separação dos resíduos ferrosos que não foram catados manualmente por uma pólia magnética;
6. O transportador por correia leva os resíduos orgânicos do lixo para o moinho de martelos;
7. O moinho de martelos tritura os resíduos orgânicos do lixo , despejando-os na esteira seguinte;
8. A esteira carrega o carrinho de lixo orgânico triturado;
9. Os carrinhos são levados ao pátio de compostagem onde o lixo triturado é empilhado em leiras.

3.4.6. SISTEMA SIMPLIFICADO ou PRÓPRIO

A concepção dos sistemas simplificados ou próprios varia de usina para usina. Em alguns sistemas, a catação é realizada nas leiras ou em barracões não existindo o fosso de recepção e a esteira de catação. O moinho triturador também é dispensado e a compostagem é realizada em igual período de tempo às usinas onde a matéria orgânica é triturada.

Os sistemas simplificados ou próprios priorizam o aperfeiçoameto da mão-de-obra, integrando a coleta como parte do esquema operacional da usina. O esquema geral de uma usina do sistema SIMPLIFICADO ou PRÓPRIO é apresentado na Figura 3.8.

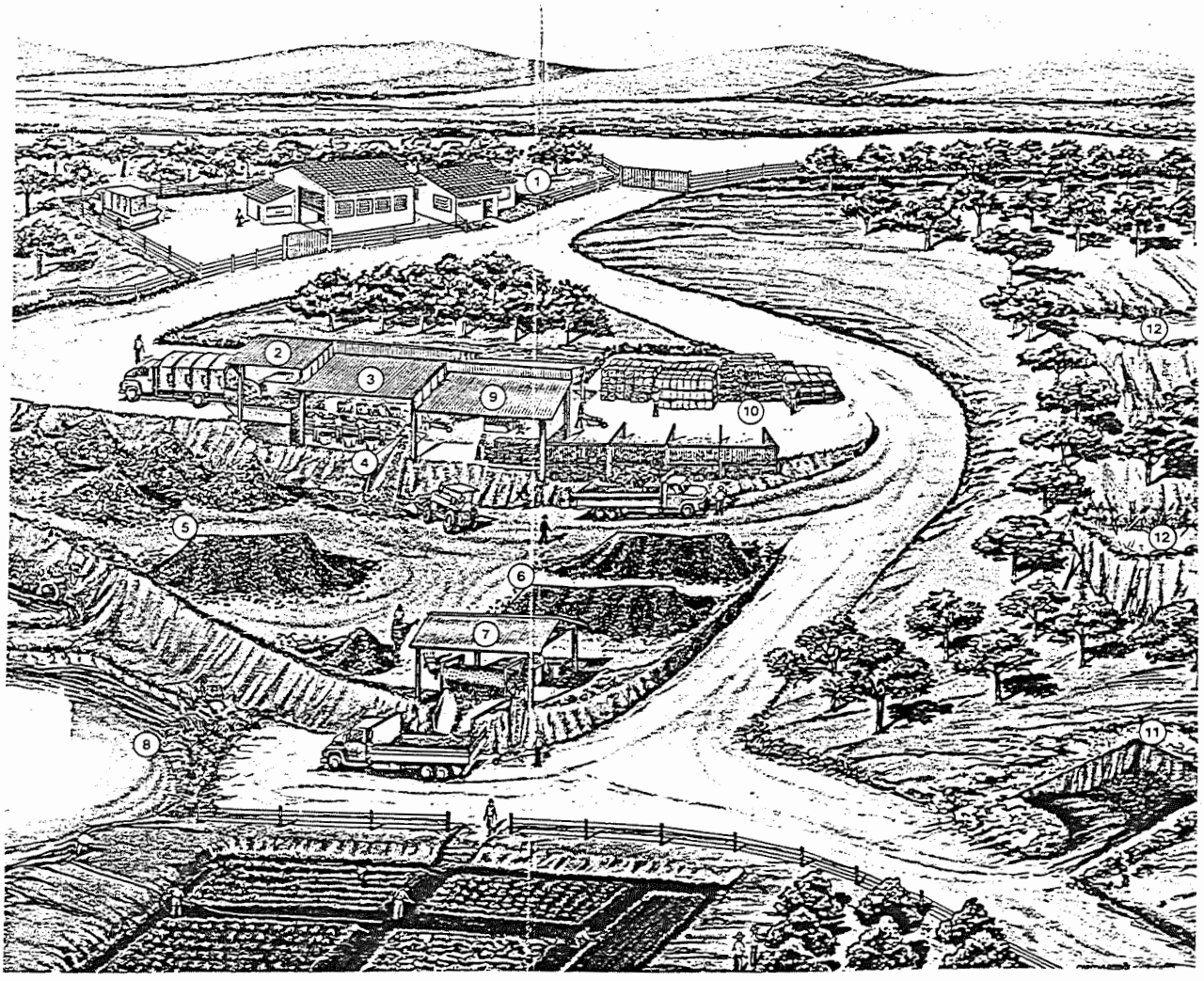


FIGURA 3.8: Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema SIMPLIFICADO ou PRÓPRIO.

Operações (ECO-TÉCNICA):

1. Recepção da usina;
2. Descarga do lixo no fosso de recepção;
3. Catação dos recicláveis e rejeitos;
4. Saída da matéria orgânica para o pátio de compostagem;
5. Fermentação inicial da matéria orgânica no pátio de expurgo;
6. Produção do adubo orgânico no pátio de compostagem;
7. Peneiramento do adubo orgânico;
8. Tratamento do líquido percolado das leiras (chorume);
9. Classificação e prensagem dos materiais recicláveis;
10. Depósito dos materiais recicláveis;
11. Aterro sanitário para os rejeitos da esteira e da peneira;
12. Contenção de águas pluviais.

3.4.7. SISTEMA CETESB

Sistema desenvolvido pela Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para pequenas cidades. A usina piloto deste sistema esta instalada na cidade de Novo Horizonte, estado de São Paulo. O esquema geral de operação de uma usina do sistema CETESB é apresentada na Figura 3.9.

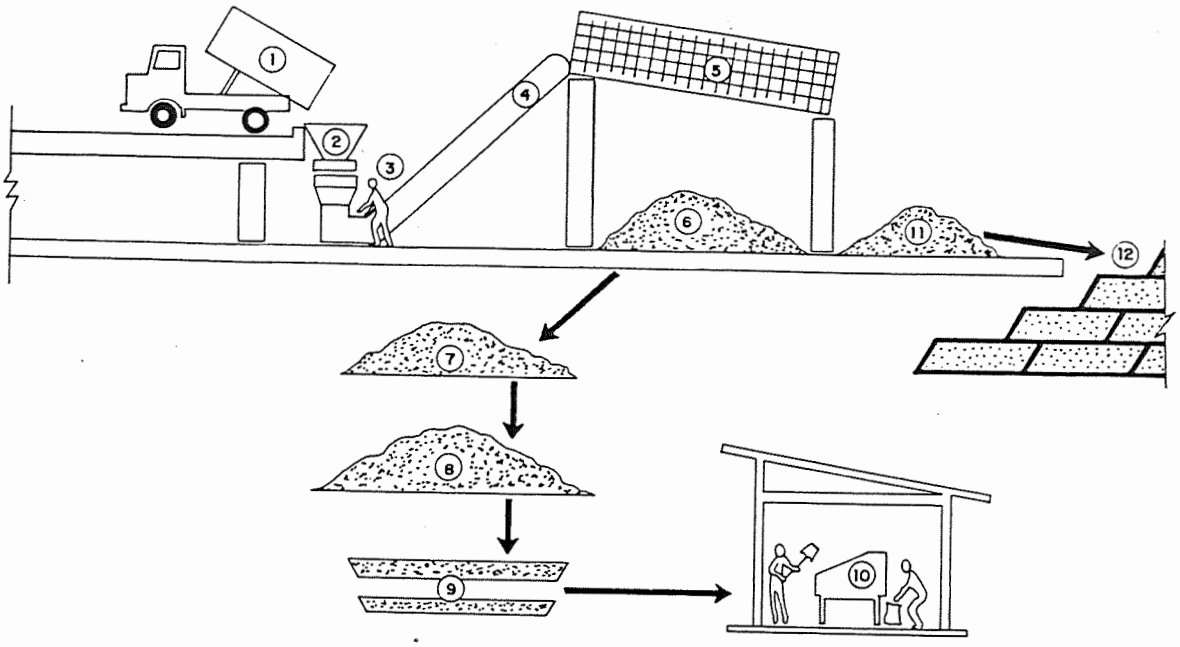


FIGURA 3.9 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema CETESB

Operações (CETESB):

1. Descarga dos resíduos sólidos na tremonha de alimentação;
2. Tremonha de alimentação;
3. Separação manual dos materiais recicláveis;
4. Transporte da matéria orgânica pela correia;
5. Peneiramento da matéria orgânica;
6. Matéria orgânica para a compostagem;
7. Enleiramento da matéria orgânica no pátio de compostagem;
8. Peneiramento da matéria orgânica compostada;
9. Humificação de parte do composto orgânico por minhocas durante 45 a 60 dias tendo como produto final o vermicomposto;
10. Peneiramento do vermicomposto;
11. Rejeito inorgânico resultante do peneiramento;
12. Disposição dos rejeitos em aterro sanitário.

3.4.8. SISTEMA BECCARI

O sistema BECCARI, desenvolvido em 1922 na Itália, consiste em um processo misto iniciado pela decomposição da matéria orgânica em células fechadas seguida ao final , pela introdução de ar no meio, tornando a compostagem aeróbia (SCHALCH et al., 1990). O esquema geral de operação de uma usina do sistema BECCARI é apresentado na Figura 3.10.

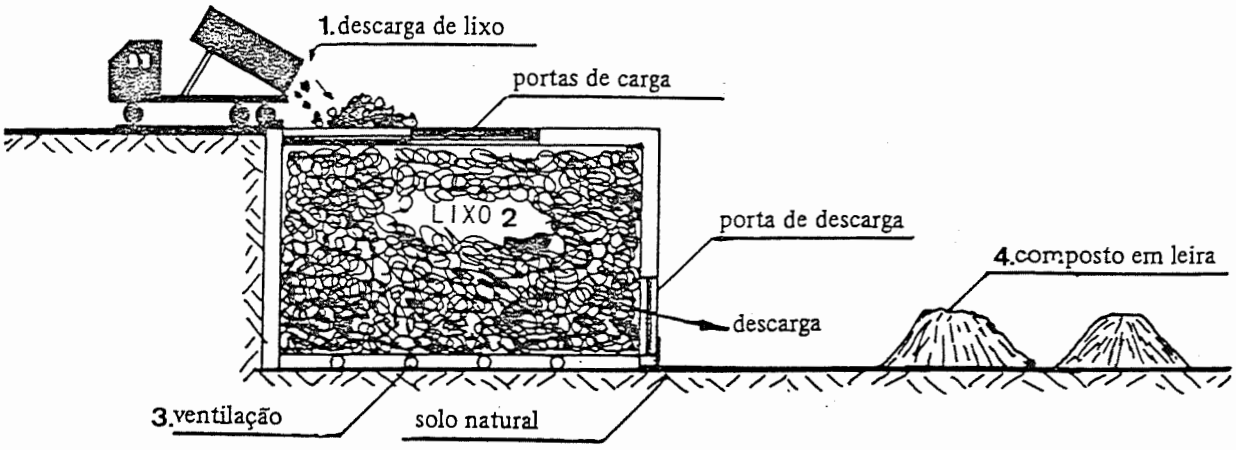


FIGURA 3.10 - Esquema Geral de Operação de uma Usina do Sistema BECCARI

Operações (LIMA, 1991):

1. Descarga do lixo nas células anaeróbias;
2. Decomposição anaeróbia da matéria orgânica;
3. Introdução de ar na célula;
4. Disposição da matéria orgânica em leiras, com posterior peneiramento.

3.4.9. SISTEMA STOLLMEIER

As usinas do sistema STOLLMEIER apresentam um elevado nível de simplificação em suas operações. As principais etapas desse sistema são (STOLLMEIER):

1. Recepção do lixo "in natura" em uma área coberta;
2. Dosagem do lixo em uma tulha, onde os resíduos passam para a esteira de catação;
3. Separação dos materiais recicláveis na esteira de catação;
4. Cura da matéria orgânica no pátio;
5. Após o período de cura o material orgânico é peneirado para separar o material inerte do adubo orgânico.

3.5. ASPECTOS INSTITUCIONAIS

A legislação ambiental federal estabelece através da Portaria n° 053 de 01 de março de 1979, que para o bem-estar público, e de acordo com os padrões internacionais, o lixo de pelo menos 80,0% da população urbana das cidades com mais de 20.000 (vinte mil) habitantes deve ter um sistema de destinação final sanitariamente adequada.

BLEY JUNIOR, 1993, considera que alguns aspectos de ordem institucional criam dificuldades para sustentação financeira das usinas brasileiras, tais como:

- O lixo, mesmo depois de processado nas usinas, é considerado pelo Tribunais de Contas uma propriedade pública, podendo ser comercializado somente através de processo licitatório. Este mecanismo de comercialização, tal como é realizado atualmente, facilita a venda dos produtos das usinas a preços abaixo do mercado;

- O decreto 86.955/92 e a Portaria 01 de 4 de março de 1983, do Ministério da Agricultura estabelece que o composto produzido nas usinas deve apresentar características químicas semelhantes aos fertilizantes produzidos

industrialmente. Esta legislação cria dificuldades para comercialização do composto das usinas.

Atualmente, nenhuma usina de compostagem esta registrada no Ministério da Agricultura e o composto produzido não se enquadra na legislação (AMAZONAS, 1990). Sob o ponto de vista legal, o composto não pode ser vendido como especificado por não se enquadrar nas especificações do Ministério da Agricultura.

Com relação aos aspectos ambientais, a Resolução CONAMA n° 001/86, estabelece a obrigatoriedade do EIA-RIMA para implantação de usinas de reciclagem e compostagem de lixo. No Estado de São Paulo, existe uma regulamentação desta lei estabelecendo critérios para exigência ou não do EIA-RIMA. A necessidade do EIA-RIMA justifica-se quando da existência das seguintes condições (SÃO PAULO, 1990):

- O empreendimento destina-se ao tratamento de resíduos domiciliares com utilização recente;
- Sua localização inadequada pode causar impactos ambientais sérios na região, como exalação de odores, proliferação de moscas e outros vetores;
- Os pátios de cura do composto podem ser fontes de poluição intensa dos aqüíferos.

4. METODOLOGIA

4.1. PROCEDIMENTO

A metodologia utilizada para atingir os objetivos do presente trabalho obedeceu as seguintes etapas:

i. Embasamento teórico a partir das literaturas básica e específica sobre reciclagem e compostagem de resíduos sólidos;

ii. Realização de contatos com técnicos, empresas públicas e privadas do setor de resíduos sólidos;

iii. Levantamento das usinas de lixo existentes no país;

iv. Elaboração e envio dos formulários às Usinas de Reciclagem e Compostagem;

v. Coleta de dados no campo através de visitas técnicas às usinas de lixo e aos orgãos públicos e privados do setor de resíduos sólidos;

vi. Análise de dados e formulação dos Resultados, Conclusões e Recomendações.

4.2 POPULAÇÃO-ALVO E PERÍODO

Constitui parte deste trabalho todas as usinas de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares em operação, desativadas e paralizadas existentes no Brasil.

O período de realização desta pesquisa ocorreu durante Janeiro de 1992 a Janeiro de 1994, sendo dividido nas seguintes etapas:

Janeiro a Março/1992: definição do tema da pesquisa e elaboração do formulário piloto;

Abril a Junho/1992: visita técnica a várias usinas com aplicação do formulário piloto. Contatos com orgão e técnicos do setor de resíduos sólidos e revisão bibliográfica específica;

Julho a Dezembro/1992: elaboração do formulário definitivo e realização de visitas técnicas;

Janeiro a Julho/1993: envio dos formulários a todas usinas listadas no Anexo I;

Agosto/1993 a Janeiro/1994: análise e conclusões das informações coletadas.

4.3. USINAS DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM NO NO BRASIL

A elaboração da relação das Usinas de Reciclagem e Compostagem de Lixo no país (Anexo I), foi realizada através de contatos com:

- Empresas fabricantes e consultoras de Usinas de Lixo: MAQBRIT, ECO-TÉCNICA, ENTERPA, STOLLMEIER e CARIOCA Engenharia;

- Orgãos públicos: Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (FEEMA), Secretaria Nacional de Saneamento, Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul, Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais, CETESB-SP e Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Paraná;

- Consulta a Fundação IBGE;

- Revisão bibliográfica na área específica.

4.4. ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO

A elaboração do formulário teve como meta a obtenção de informações referentes aos objetivos deste trabalho.

Inicialmente foi elaborado um formulário piloto, com o objetivo de adequar e/ou modificar os ítens para o formulário definitivo. No formulário piloto foram abordados os seguinte aspectos:

-Custos de operação, manutenção e administração das usinas;

- Caracterização e análise do lixo domiciliar;

- Análise do composto formado;

- Descrição das operações;

- Monitoramento específico de cada parâmetro do processo de compostagem;

- Quantidade dos produtos e sub-produtos gerados;

- Quantidade de rejeitos nas operações de descarga, catação na esteira e peneiramento;

Observou-se, através dos primeiros contatos e visitas técnicas, que algumas das informações contidas no formulário piloto seriam de baixa confiabilidade em função da ausência de metodologias definidas ou mesmo da inacessabilidade de tais informações por parte do autor.

Paralelamente, foram acrescidas ao formulário definitivo diversos aspectos observados em campo necessários para o atendimento dos objetivos deste trabalho. Portanto, foram realizadas as seguinte modificações no formulário piloto:

- Supressão do ítem sobre caracterização e análise do composto por falta de metodologias definidas nas usinas;

- A descrição das operações unitárias passou a ser genérica e suscinta para todos os sistemas, em virtude das mesmas serem semelhantes para usinas que operam com mesmos sistemas;

- Acréscimo dos ítens sobre quantidade de funcionários nas diversas operações unitárias;

- Acréscimo do ítem acerca dos problemas específicos em cada uma das operações da usina.

O formulário definitivo foi enviado a todas as usinas listadas no Anexo I. O modelo deste formulário é apresentado no Anexo III.

4.5. VISITAS TÉCNICAS

As visitas técnicas realizadas nas usinas de reciclagem e compostagem constaram das seguintes etapas:

1. Contato prévio com os orgãos gerenciadores das usinas, geralmente autarquias municipais, para obtenção da permissão da visita;
2. Visita às instalações de produção, armazenamento e administração das usinas;
3. Durante a visita, foram fotografados todos os setores das usinas;
4. Preenchimento do formulário "in loco";
5. Visita ao orgão gerenciador da usina e discussão com técnicos acerca dos pontos abordados no formulário.

Foram visitadas, no mínimo, uma usina de cada sistema existente no país. O autor do presente trabalho visitou 13 (treze) usinas, conforme relação mostrada na Tabela 4.1.

TABELA 4.1: Relação das Usinas Visitadas pelo Autor

USINAS DE LIXO	SISTEMA
Vila Leopoldina-SP	DANO
Brasília-DF	DANO
Ceilândia-DF	TRIGA
Lins-SP	YOK
Pirajú-SP	YOK
Araucária-PR	YOK
Araras-SP	MAQBRIT
Lençois Paulista-SP	MAQBRIT
Santa Cruz do Rio Pardo-SP	SANECOM
São José-SC	SANECOM
Araraquara-SP	SANECOM
Novo Horizonte-SP	CETESB
Novo Hamburgo-RS	SIMPLIFICADO

Xerox 2

4.6. TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento dos dados constou da análise das seguintes informações coletadas nas visitas técnicas e nos formulários:

Características Gerais das Usinas de Lixo:
- Quantidade de lixo coletada por dia;
- Formas de disposição de lixo anterior a instalação da usina;
- Tipos de veículos da coleta domiciliar;
- Quantidade de lixo processado;
- Capacidade nominal;
- Tipo de sistema;
- Data de inauguração;
- Área total;
- Quantidade de funcionários em cada operação;
- Existência de balança.

Características Operacionais das Usinas de Lixo:
- Quantidade de funcionários que manipulam cada material na esteira de catação;
- Existência de área verde na usina;
- Parâmetros monitorados na compostagem;
- Frequência do monitoramento dos parâmetros da compostagem;
- Tempo de cura da matéria orgânica;
- Frequencia de revolvimento das leiras;
- Equipamentos utilizados no revolvimento das leiras;
- Dimensões das leiras;
- Tratamento do percolado;
- Tipo e malha da peneira para o refino do composto.

Problemas em Operações Unitárias, Equipamentos e Atividades das Usinas :
- Recepção do lixo;
- Esteira de catação;
- Moinho;
- Pátio de compostagem;
- Peneira;
- Tratamento do percolado;
- Comércio dos recicláveis;
- Comércio do composto;
- Disposição dos rejeitos.
- Tipo de manutenção nas instalações da usina.

Produção de Materiais Recicláveis, Composto e Rejeitos.

Produção Específica de Materiais Recicláveis.

Foram estabelecidas algumas relações entre os parâmetros e as informações levantadas:

- Número de operários da usina e quantidade de resíduos processada;
- Número de operários da esteira e quantidade de resíduos processada;
- Capacidade nominal de processamento e quantidade de resíduos processada;
- Quantidades reais de resíduos coletada e processada;
- Área total da usina e quantidade de resíduos processada;

A associação destas relações possibilitou uma avaliação do desempenho das diversas usinas de lixo existentes.

As demais informações foram analizadas segundo os objetivos do presente trabalho.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil existem cerca de 71 (setenta e uma) usinas de lixo, segundo levantamento elaborado neste trabalho (Anexo I). Foram obtidas informações de aproximadamente 80,0 % dos sistemas existentes equivalentes a 56 (cinquenta e seis) usinas, de cuja análise pode-se inferir alguma avaliação acerca da situação das demais usinas não abordadas. A quantidade e a qualidade das informações levantadas são bastante variadas, em função das respostas obtidas,. visitas técnicas e consulta bibliográfica. Foram enviados formulários a todas as usinas listadas no Anexo I. Em virtude da não obtenção de respostas dos formulários por diversas usinas, os mesmos foram encaminhados pela segunda vez. Mesmo assim, houve dificuldade no recebimento dos formulários. Os resultados estão apresentados em 07 (sete) Tabelas, descritas a seguir:

Tabela 5.1 - Características Gerais das Usinas de Lixo;

Tabela 5.2 - Características Operacionais das Usinas de Lixo;

Tabela 5.3 - Problemas Com Operações Unitárias nas Usinas de Lixo;

Tabela 5.4 - Produção de Materiais Recicláveis, Composto e Rejeitos nas Usinas de Lixo;

Tabela 5.5 - Produção de Materiais Recicláveis;

Tabela 5.6 - Informações Pontuais sobre Algumas Usinas de Lixo;

Tabela 5.7 - Usinas Desativadas ou Paradas.

As fontes e os períodos de amostragem das Tabelas 5.1 a 5.7 são sumarizados e estão contidos na Tabela 5.

As usinas apresentadas nas Tabelas 5.1 a 5.7 foram agrupadas conforme os seguintes sistemas de operação:

Grupo A: Usinas com tecnologias SANECOM, MAQBRIT, YOK, STOLLMEIER, SIMPLIFICADO ou PRÓPRIO, BECCARI e CETESB;

Grupo B: Usinas com tecnologias DANO e TRIGA.

A separação das usinas em 02 (dois) grupos foi estabelecida em função das tecnologias DANO e TRIGA apresentarem características diferentes da grande maioria das usinas do país, entre as quais:

- As tecnologias DANO e TRIGA são importadas da Europa, equipadas com unidades fechadas de insuflamento de ar (bioestabilizadores e higienizadores, respectivamente);
- As usinas estão localizadas em grandes cidades e regiões metropolitanas;
- A capacidade de processamento destas usinas são bastante elevadas chegando a 1.200,0 (mil e duzentas) t/d.

As usinas do grupo A foram denominadas Usinas de Pequeno e Médio Porte e as do grupo B, Usinas de Grande Porte.

As usinas pesquisadas e o tipo de informação encontradas sobre cada uma delas, são apresentadas na Tabela 5.

TABELA 5. USINAS DE LIXO PESQUISADAS E FONTES DE CONSULTA

USINAS	TABELA 5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	TABELA 5.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	TABELA 5.3 PROBLEMAS COM OPERAÇÕES UNITÁRIAS	TABELA 5.4 PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS, COMPOSTO E REJEITOS	TABELA 5.5 PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS	TABELA 5.6 INFORMAÇÕES PONTUAIS SOBRE USINAS	TABELA 5.7 USINAS DESATIVADAS OU PARADAS	FONTES E PERÍODO DE CONSULTA
ADAMANTINA-SP					X			PREF. MUNICIPAL DE ADAMANTINA MAR/ABR-1990
ARARAQUARA-SP	X	X	X	X	X			PREF. MUNICIPAL DE ARARAQUARA VISITA TÉCNICA - 1992/1993
ARARAS-SP	X	X	X					VISITA TÉCNICA - NOV/1993
ARAPONGAS-PR							X	MORAES, JAN-FEV/1991
ARAUCÁRIA-PR	X							VISITA TÉCNICA - JUN/1992
ARRAIAL DO CABO-RJ						X		FEEMA, OUT/1992
BAL. CAMBORIÚ-SC							X	MORAES, JAN-FEV/1991
BELÉM-PA							X	SECR. MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO PARÁ - 1993
BELO HORIZONTE-MG	X	X	X	X	X		X	SUP. LIMPEZA URBANA - OUT/1992, MAR/1993
BRASÍLIA-DF	X	X	X	X	X			VISITA TÉCNICA - MAI/1992 e SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL - 1992
CAJU-RJ	X	X	X	X	X			FEEMA, OUT/1992
CARAZINHO-RS						X		MORAES, JAN-FEV/1991
CAXIAS DO SUL-RS							X	COMP. DE DESENV. DE CAXIAS DO SUL, OUT/1992
CEILÂNDIA-DF	X	X	X	X	X			VISITA TÉCNICA - MAI/1992 e SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL- 1992
CONC. DO MACABU-RJ							X	FEEMA, OUT/1992
CORN. PROCÓPIO-PR						X		MORAES, JAN-FEV/1991

(CONTINUA)

TABELA 5.(CONTINUAÇÃO)

USINAS	TABELA 5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	TABELA 5.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	TABELA 5.3 PROBLEMAS COM OPERAÇÕES UNITÁRIAS	TABELA 5.4 PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS, COMPOSTO E REJEITOS	TABELA 5.5 PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS	TABELA 5.6 INFORMAÇÕES PONTUAIS SOBRE USINAS	TABELA 5.7 USINAS DESATIVADAS OU PARADAS	FONTES E PERÍODO DE CONSULTA
CORDEIRO-RJ							X	FEEMA, OUT/1992
ENCANTADO-RS	X	X	X	X	X			PREF. MUNICIPAL DE ENCANTADO, AGO/1993
FRANCA-SP						X		ABLP, 1993 • JORNAL FOLHA DE SÃO PAULO, 03/1993
FRANC. BELTRÃO-PR							X	MORAES, JAN-FEV/1991 E PREF. MUNICIPAL FRANCISCO BELTRÃO
IBIPORÃ-PR	X	X	X	X	X			PREF. MUNICIPAL DE IBIPORÃ, OUT/1993
IJUÍ-RS	X	X	X	X	X	X		PREF. MUNICIPAL DE IJUÍ, SET/1993
IRAJÁ-RJ							X	FEEMA, 1992
IVOTI-RS	X	X	X	X	X	X		PREF. MUNICIPAL DE IVOTI, AGO/1993
JACAREÍ-SP							X	PREF. MUNICIPAL DE JACAREÍ, JUL/1993
JACAREPAGUA-RJ						X		ABLP, 1993
JOÃO PESSOA-PB						X		CATÁLOGO DA ABES, 1993
JUIZ DE FORA-MG							X	CATÁLOGO DA ABES, 1993
JUNQUEIRÓPOLIS-SP						X		PREF. MUNICIPAL DE JUNQUEIRÓPOLIS, AGO/1993
LENÇOIS PAULISTA-SP	X	X	X	X	X	X		PREF. MUNICIPAL DE LENÇOIS PAULISTA • VISITA TÉCNICA, NOV/1993
LINS-SP							X	VISITA TÉCNICA, JUL/1992
MARINGA-PR							X	MORAES, JAN-FEV/1991 • JORNAL FOLHA DE SÃO PAULO, 1993

(CONTINUA)

TABELA 5.(CONTINUAÇÃO)

USINAS	TABELA 5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	TABELA 5.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	TABELA 5.3 PROBLEMAS COM OPERAÇÕES UNITÁRIAS	TABELA 5.4 PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS, COMPOSTO E REJEITOS	TABELA 5.5 PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS	TABELA 5.6 INFORMAÇÕES PONTUAIS SOBRE USINAS	TABELA 5.7 USINAS DESATIVADAS OU PARADAS	FONTES E PERÍODO DE CONSULTA
MONTES CLAROS-MG	X	X	X	X	X			DEPTO. DE LIMPEZA URBANA DE MONTES CLAROS, OUT/1993
NATAL-RN						X		CATÁLOGO DA ABES, 1993
NOVA PRATA-RS	X	X	X	X	X			PREF. MUNICIPAL DE NOVA PRATA, OUT/1992
NOVO HAMBURGO-RS	X	X	X	X	X			SILVIO MORAES (CONSULTOR DA USINA) • VISITA TÉCNICA - JUN/1992
NOVO HORIZONTE-SP	X	X	X	X	X			VISITA TÉCNICA, ABR/1992 CETESB, SET/1992
OURINHOS-SP	X	X	X	X	X	X		DEPTO. SERVICOS URBANOS DE OURINHOS, AGO/1993
PETRÓPOLIS-RJ (1 DISTRITO)						X		FEEMA, 1992
PETRÓPOLIS-RJ (PEDRO DOS RIOS)						X		FEEMA, 1992
PIRAJÚ-SP							X	VISITA TÉCNICA, SET/1992 • PREF. MUNICIPAL DE PIRAJÚ, SET/1993
RECIFE-PE	X	X	X	X	X			DIRETORIA DE LIMPEZA PÚBLICA DA EMLURB, AGO/1993
S. J. DO TRIUNFO-PR						X		PREF. MUNICIPAL DE SÃO JOAO DO TRIUNFO
SÃO JOSE-SC	X	X	X	X	X			PREF. DE SAO JOSÉ • VISITA TECNICA, JUN/1992
SÃO J. DOS CAMPOS-SP							X	URBANIZADORA MUNICIPAL S.A., JAN/93
S. J. DO RIO PRETO-SP	X	X	X	X	X			CONSTRUFERT, OUT/1992 • SET/1993
SÃO MATHEUS-SP	X			X	X			LIMPURB, 1993 • JAN/1994
S. C. DO RIO PARDO-SP	X	X	X	X	X			VISITA TÉCNICA, JUL/1993 • COMP. DE DESENV. DE STA. C. RIO PARDO, AGO/1993

(CONTINUA)

TABELA 5.(CONTINUAÇÃO)

USINAS	TABELA 5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	TABELA 5.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	TABELA 5.3 PROBLEMAS COM OPERAÇÕES UNITÁRIAS	TABELA 5.4 PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS, COMPOSTO E REJEITOS	TABELA 5.5 PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS	TABELA 5.6 INFORMAÇÕES PONTUAIS SOBRE USINAS	TABELA 5.7 USINAS DESATIVADAS OU PARADAS	FONTES E PERÍODO DE CONSULTA
SANTO ANDRÉ-SP	X			X	X			ENTERPA ENGENHARIA, 1991
SANTOS DUMONT-MG	X	X	X	X	X			PREF. MUNICIPAL DE SANTOS DUMONT, JUL/1993
SAQUAREMA-RJ	X	X	X	X	X			PREF. MUNICIPAL DE SAQUAREMA, AGO/1993
UBERABA-MG	X	X	X	X	X			PREF. MUNICIPAL DE UBERABA, AGO/1992
VARGINHA-MG	X	X	X					PREF. MUNICIPAL DE VARGINHA, DEZ/1993
UNIÃO DA VITÓRIA-PR						X		MORAES, JAN-FEV/1991
VILA LEOPOLDINA-SP	X			X	X			VISITA TÉCNICA, NOV/1991 + LIMPURB, 1993
VITÓRIA-ES						X		COMP. DESENV. DE VITÓRIA, ABR/1991

5.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS USINAS DE LIXO

As características gerais das usinas de pequeno e médio porte, e grande porte são apresentadas nas Tabelas 5.1-A e 5.1-B, respectivamente.

5.1.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

Foram consultadas 18 (dezoito) usinas de pequeno e médio porte, cuja análise é apresentada a seguir:

As usinas de lixo de pequeno e médio porte estão situadas em municípios cuja coleta de lixo varia de 7,0 a 95,0 t/d, excetuando-se as usinas de Recife-PE (1200,0 t/d - usina laboratório) e de São José do Rio Preto-SP (200,0 t/d).

Das usinas relatadas, somente 02 (duas) funcionam em sistema de consórcio com outros municípios. Esta forma de administração otimiza a operação e diminuí os encargos do sistemas, já que o custo é rateado entre os municípios participantes do consórcio.

O método de disposição final anterior à implantação em 10 (dez) municípios era o lixão, demonstrando que a implantação da usina pode ter contribuído para a minimização ou até mesmo a extinção deste método inadequado nestes municípios.

Existe a predominância dos veículos coletores do tipo Vega-Sopave, Sita-6000, Sita-6000II, Cuca, Usimeca e Vega-Master em 10 (dez) sistemas. As características operacionais destes veículos baseiam-se na trituração e na compactação do lixo garantindo um maior acumulo no chassi do caminhão. Entretanto, o amassamento e conseqüente mistura da matéria orgânica aos materiais recicláveis no chasi do veículo coletor, cria dificuldades para separação

dos mesmos ao nível das usinas. Isto prejudica a qualidade dos produtos finais das usinas, conforme GALVÃO JUNIOR & SCHALCH, 1993b.

As usinas de lixo analisadas são operacionalizadas pelos seguintes sistemas:

PRÓPRIO ou SIMPLIFICADO: 07 (sete) unidades;
SANECOM: 05 (cinco) unidades;
MAQBRIT: 03 (três) unidades;
STOLLMEIER: 01 (uma) unidade;
CETESB: 01 (uma) unidade;
BECCARI: 01 (uma) unidade.

As tecnologias SANECOM, MAQBRIT e STOLLMEIER apresentam um nível de mecanização maior que as PRÓPRIAS ou SIMPLIFICADAS.

Dentre as operações unitárias, a esteira de catação é a que concentra maior número de funcionários. Em 12 (doze) usinas, foi observado que esta concentração é superior a 50,0% do número total de funcionários.

Observa-se em 13 (treze) usinas a inexistência de balança de pesagem dos veículos coletores. Em função disso, a medida da produção dos recicláveis é feita no local de venda dos mesmos. Como geralmente o composto é doado a instituições ou utilizado pela própria prefeitura, o mesmo é dificilmente pesado. Já a quantificação dos rejeitos é feita por estimativas dando margens a sub ou superestimação. Com relação às quantidades coletadas nos municípios e processadas nas usinas, estas podem ser realizadas 01 (uma) ou 02 (duas) vezes ao ano variando de município para município.

A idade das usinas situa-se em 03 (três) faixas:
De 1 a 4 anos: 08 (oito) usinas;
De 5 a 8 anos: 07 (sete) usinas;
Acima de 8 anos: 03 (três) usina;

As usinas com idade entre 5 a 8 anos pertencem aos sistemas MAQBRIT e SANECOM, cujo período de inauguração coincide com a política de financiamento do BNDES para aquisição de equipamentos e usinas de lixo

(BLEY JUNIOR, 1993). Das 10 (nove) usinas inauguradas entre 1989 e 1993, 06 (seis) são operacionalizadas por sistemas simplificados ou próprios.

Como forma de avaliar o desempenho das usinas em estudo, foram relacionados 05 (cinco) parâmetros observados nas características gerais das usinas de pequeno e médio porte.

PARÂMETROS:

Lixo Processado na usina: LP (t/d);
Capacidade Nominal da usina: CN (t/d);
Área Total da usina: AT (m^2);
quantidade de Funcionários da Usina: FU (homens);
quantidade de Funcionários da Esteira de catação: FE (homens);

RELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS:

Lixo Processado na usina e Quantidade de lixo Coletado no Município -LP/QC(%): indica o percentual do lixo coletado no município que é processado na usina;

Lixo Processado na usina e Capacidade Nominal da usina - LP/CN (%): indica o percentual da capacidade nominal da usina realmente utilizado quando da coleta de dados;

Quantidade Coletada de lixo no Município e Capacidade Nominal da usina QC/CN (%): indica o percentual da capacidade nominal da usina utilizado caso todo o lixo coletado no município fosse destinado a usina;

Área Total da usina e Lixo Processado na usina AT/LP (m^2/t.d): indica a quantidade de área utilizada na usina para processar 1 (uma) tonelada de lixo por dia;

Lixo Processado e quantidade de Funcionários da Usina LP/FU (t/homens.d): indica a quantidade de toneladas de lixo processada por 1 (um) homem durante a jornada de trabalho diária na usina;

Lixo Processado e quantidade de Funcionários na Esteira de catação LP/FE (t/homens.d): indica a quantidade de toneladas de lixo triada na esteira de catação por 1 (um) homem durante a jornada de trabalho diária na usina.

A Tabela 5.1.1 mostra as relações entre os diversos parâmetros observados nas características gerais de 14 (quatorze) usinas de lixo de pequeno e médio porte:

A relação LP/QC mostra que das 14 (quatorze) usinas analisadas, 06 (seis) tratam integralmente o lixo coletado no município, 06 (seis) destinam entre 50,0 a 90,0% do lixo coletado para usina de lixo e o restante para outras formas de tratamento e disposição final. Somente os Município de Araraquara-SP e Varginha-MG destinam menos de 50,0% do lixo coletado para tratamento na usina;

As relações LP/CN e QC/CN demonstram que a capacidade nominal da usina é superior às quantidades de lixo processadas atualmente e de coleta no município em 10 (dez) usinas. Este dado pode ser um indicador de superdimensionamento das usinas no presente momento;

A área total da usina por quantidade de lixo processada em 04 (quatro) usinas varia de 256,0 a 900,0 m²/t.d , atendendo a especificação de no mínimo 200 m²/t.d (LINDENBERG, 1991);

As usinas operam nas seguintes faixas de processamento de lixo em relação à mão-de-obra utilizada:

- Na USINA: 0,45 a 1,20 t/homens.d - 09 (nove) usinas;
  1,20 a 1,60 t/homens.d - 05 (cinco) usinas;
- Na ESTEIRA:1,00 a 2,00 t/homens.d - 08 (oito) usinas;
  2,01 a 3,00 t/homens.d - 04 (quatro) usinas;
  acima de 3,00 t/homens.d - 02 (duas) usinas.

As 14 (quatorze) usinas consultadas apresentam a relação de quantidade de lixo processada por mão de obra, inferior a 1,60 t/homem.d demonstrando dependencia desses sistemas pela mão de obra.

Estas quantidades de processamento de lixo por mão de obra por dia podem ser um dos indicadores de produtividade e de eficiência das usinas. Porém, não significa que uma usina com um maior processamento de lixo por mão de obra por dia seja melhor operacionalizada do que as demais. Para tal avaliação, é necessário uma comparação da produção de materiais recicláveis, composto e rejeitos, entre outros, para se obter uma melhor análise sobre a eficiência das usinas.

TABELA 5.1.1 - Relações entre Parâmetros Observados nas Usinas de Lixo de Pequeno e Médio Porte

USINA	LP/QC (%)	LP/CN (%)	QC/CN (%)	AT/LP (m^2/t.d)	LP/FT (t/ho.d)	LP/FE (t/ho.d)
ARARAQUARA-SP	44	27	60	1950	1,05	1,82
ARARAS-SP	100	60	60	-	1,33	2,14
ENCANTADO-RS	100	60	60	8333	1,09	1,50
IBIPORÃ-PR	90	90	100	-	0,56	1
IJUÍ-RS	78	40	51	347	0,75	1,28
IVOTI-RS	100	28	28	-	0,77	1,16
LENÇOIS PAULISTA-SP	100	58	58	-	1,30	2,33
MONTES CLAROS-MG	100	53	53	256	1,23	3,63
OURINHOS-SP	86	30	35	-	0,65	1,20
SÃO JOSÉ-SC	50	60	120	-	0,85	1,03
S. J. RIO PRETO-SP	100	100	100	300	1,13	2,94
SANTA C. R. PARDO-SP	75	60	80	900	1,36	2,5
SAQUAREMA-RJ	50	50	100	-	1,61	5,6
VARGINHA-MG	16	12,5	75	-	0,50	1

TABELA 5.1-A - CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

USINA	QUANTID. COLETADA (t/d)	DISPOSIÇÃO DO LIXO ANTERIOR A USINA	VEÍCULOS DA COLETA DOMICILIAR	LIXO PRO-CESSADO (t/d)	CAPACIDADE NOMINAL (t/d)	SISTEMA	DATA INAUGURAÇÃO (MÊS/ANO)	ÁREA TOTAL (M2)	QUANTID. FUNCIO-NÁRIOS	QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS EM CADA OPERAÇÃO							EXISTÊNCIA DE BALANÇA
										RECEP-ÇÃO	ESTEI-RA	MOINHO	PATIO	PENEI-RAMENTO	MANU-TENÇÃO	OUTROS	
ARARAQUARA-SP *	90,0	LIXÃO	COLECOM SITA-6000	40,0	150,0	SANECOM	05/1988	78.000,0	38	01	22	-	02	05	01	07	INEXISTE
ARARAS SP	60,O	LIXÃO	VEGA-SOPAVE	60,0	100,0	MAQBRIT	03/1992	-	45	02	28	-	02	-	08	05	INEXISTE
ENCANTADO RS	12,0	LIXÃO	CARRETAS A-GRÍCOLAS	12,0	20,0	STOLLME-IER	12/1991	100.000,0	11	02	08	-	-	-	-	01	INEXISTE
IBIPORÃ PR	20,0	LIXÃO	VEGA-LIX FNV-SRVEHAUF	18,0	20,0	PRÓPRIO	1985	-	32	01	18	-	01	06	01	05	EXISTE
IJUÍ RS	23,0	LIXÃO	TOMBADEIRA CUCA	18,0	40,0-50,0	PRÓPRIO	10/1992	6.250,0	24	03	14	02	-	-	03	02	INEXISTE
IVOTI RS	7,0	LIXÃO	VEGA-SOPAVE OUTROS	7,0	25,0	PRÓPRIO	04/1993	-	9	01	06	-	01	-	-	01	INEXISTE
LENÇOIS PAULISTA SP	35,0	ATERRO SANITÁRIO	COLECOM	35,0	60,0	MAQBRIT	12/1992	-	27	01	15	01	02	02	01	05	EM INSTA-LAÇÃO
MONTES CLAROS MG	80,0	LIXÃO	VEGA-SOPAVE SITA-6000	80,0	150,0	SANECOM	10/1988	20.520,0	65	02	22	01	01	04	01	34	INEXISTE
NOVA PRATA RS	7,0	-	-	7,0	20,0	PRÓPRIO	01/1991	-	16	01	10	-	01	01	-	03	-

OBS.: * A PREFEITURA DE ARARAQUARA OPERA COM A PREFEITURA DE AMÉRICO BRASILIENSE A USINA EM SISTEMA DE CONSÓRCIO.

(CONTINUA)

TABELA 5.1-A - (CONTINUAÇÃO)

USINA	QUANTID. COLETADA (t/d)	DISPOSIÇÃO DO LIXO ANTERIOR A USINA	VEÍCULOS DA COLETA DOMICILIAR	LIXO PROCESSADO (t/d)	CAPACIDADE NOMINAL (t/d)	SISTEMA	DATA INAUGURAÇÃO (MÊS/ANO)	ÁREA TOTAL (M2)	QUANTID. FUNCIONÁRIOS	QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS EM CADA OPERAÇÃO							EXISTÊNCIA DE BALANÇA
										RECEPÇÃO	ESTEIRA	MOINHO	PATIO	PENEIRAMENTO	MANUTENÇÃO	OUTROS	
NOVO HAMBURGO RS	95,0	-	SITA-6000 VEGA-MASTER	-	120,0	PRÓPRIO	12/1989	-	-	INEXISTE			-	-	-	-	INEXISTE
NOVO HORIZONTE SP *	-	-	-	480,0 t/mes	50,0	CETESB	1982	36.000,0	16	-	-	-	-	-	-	-	INEXISTE
OURINHOS SP	35,0	ATERRO SANITÁRIO	COLECOM COLETRAS BASCULANTES	30,0	100,0	SANECOM	05/1986	-	46	01	25	06	06	04	02	02	INEXISTE
RECIFE-PE **	1200,0	LIXÃO	SITA-6000 VEGA-SOPAVE USIMECA	APROX. 9.0	3,0	BECCARI	DÉCADA de 60	15.000,0	33	03	09	02	05	05	02	07	INEXISTE
SÃO JOSÉ SC	60,0	-	-	30,0	50,0	SANECOM	10/1988	-	35	-	29	-	-	-	-	06	EXISTE
S. J. RIO PRETO-SP ***	200,0	LIXÃO	SITA-6000 SITA-6000 II	200,0	200,0	PRÓPRIO	04/1989	60.000,0	176	04	68	-	27	04	04	69	EXISTE
SAQUAREMA-RJ ****	90,0	ATERRO SANITÁRIO INCINERAÇÃO	COLECOM OUTROS	45,0	90,0	PRÓPRIO	03/1991	-	28	01	08	01	06	04	02	06	INEXISTE
S. C. RIO PARDO SP	40,0	LIXÃO	CUCA COLECOM	30,0	50,0	SANECOM	12/1987	27.000,0	22	01	12	02	02	02	01	02	INEXISTE
VARGINHA-MG *****	60,0	-	VEGA-SOPAVE	10,0	80,0	MAQBRIT	10/1992	-	20	01	10	-	03	-	03	03	INEXISTE

OBS.: * A USINA DE NOVO HORIZONTE FUNCIONA EM SISTEMA DE CONSÓRCIO COM AS CIDADES DE ITAJOBI E BORBOREMA.

** A USINA DE RECIFE (URT5) FUNCIONA COMO LABORATÓRIO PARA ESTUDOS E PESQUISAS DE DADOS SOBRE OS RESÍDUOS PRODUZIDOS NO MUNICÍPIO.

*** A USINA DE S. J. RIO PRETO OPEROU DE 04/89 A 12/90 PARALIZANDO SUAS ATIVIDADES ATÉ 12/92 QUANDO FOI REINAUGURADA.

**** ESTÁ EM ANDAMENTO A CONSTRUÇÃO DE UMA NOVA USINA NO MUNICÍPIO DE SAQUAREMA COM RECURSOS DA PREFEITURA.

***** A USINA DE VARGINHA FICOU PARALIZADA DURANTE 1989 A 1992.

5.1.2. USINAS DE GRANDE PORTE

Foram consultadas 08 (oito) usinas de Grande Porte, conforme dados apresentadas na Tabela 5.1-B, cuja análise é apresentada a seguir:

As usinas de grande porte estão situadas em cidades cuja coleta diária é geralmente acima de 1.000,0 t/d. Apenas uma destas usinas, Uberaba-MG, não está localizada em uma capital ou região metropolitana.

O processamento de lixo em 04 (quatro) usinas é menor que a quantidade coletada nos respectivos municípios , demonstrando não ser esta tecnologia, a única opção no tratamento e disposição final dos resíduos sólidos.

Nas usinas de Ceilândia-DF, Vila Leopoldina-SP e Belo Horizonte-MG, o processamento diário de lixo é maior ou igual a capacidade nominal das mesmas. Para tanto , devem ter ocorrido modificações nas operações unitárias ou o funcionamento ocorreu sob condições anormais. Isto pode acarretar prejuízo na qualidade dos produtos (materiais recicláveis e composto) e aumento na produção de sub-produtos (rejeitos).

A faixa das idades das usinas são apresentadas a seguir:

- De 1 a 4 anos: 02 usinas;
- De 4 a 8 anos : 02 usinas;
- Acima de 8 anos: 04 usinas.

A idade da maioria dessas usinas é elevada, podendo ter como consequência, equipamentos depreciados, caso não haja uma manutenção preventiva nestes sistemas.

A quase totalidade das usinas de grande porte estão equipadas com balanças de pesagem dos veículos coletores. Isto se faz necessário em função da grande quantidade de lixo que é processado diariamente e pelo controle dos custos da coleta domiciliar.

EESC USP Biblioteca CAMPUS DE S. CARLOS

A Tabela 5.1.2 apresenta algumas relações entre parâmetros observados nas usinas de grande porte. As especificações dos parâmetros e das relações entre os mesmos estão detalhadas no ítem 5.1.1 deste trabalho.

TABELA 5.1.2- Relações entre Parâmetros observados em Usinas de Grande Porte

USINA	LP/QC (%)	LP/CN (%)	AT/LP (m^2/t.d)	LP/FT (t/homem.d)
Belo Horizonte-MG	8.6	100	29.66	3.84
Brasília-DF	-	50	-	1.42
Cajú-RJ	-	71	11,25	-
Ceilândia-DF	-	141	-	-
Santo André-SP	81	-	-	-
São Matheus-SP	5	-	93.33	5.0
Uberaba-MG	83	-	-	1.38
Vila Leopoldina-SP	10	285	46.16	4.78

ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS:

A relação LP/QC é maior que 80,0% em 02 (duas) usinas, Uberaba-MG e Santo André-SP, demonstrando ser a usina opção prioritária para o tratamento do lixo coletado somente nestas duas cidades.

TABELA 5.1-B: CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS USINAS DE GRANDE PORTE

USINA	QUANTID. COLETADA (t/d)	PROCESSA-MENTO LIXO USINA (t/d)	CAPACIDADE NOMINAL (t/d)	SISTEMA	DATA INAUGURAÇÃO (MÊS/ANO)	ÁREA TOTAL (M2)	QUANTID. FUNCIO-NÁRIOS	QUANTID. DE FUNCIONÁRIOS POR TIPO DE OPERAÇÃO						EXISTÊNCIA DE BALANÇA
								RECEP-ÇÃO	ESTEI-RA	BIOESTABIL/ HIGIENIZADOR	PATIO	MANU-TENÇÃO	OUTROS	
BELO HORIZONTE MG	1736,0	150,0	150,0	DANO	1976	4.450,0	39			22		07	10	EXISTE
BRASÍLIA DF	-	100	200,0	DANO	1962	-	70	-	-	-	-	_	_	EXISTE
CAJU RJ	-	800	1.120,0	TRIGA	05/1992	9.000,0	-	_	57 *	_	_	_	_	EXISTE
CEILÂNDIA DF	-	850,0	600,0	TRIGA	1986	-	_	-	16 *	-	-	-	-	EXISTE
SANTO ANDRÉ SP	APROX. 430,0	350,0	-	DANO	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SÃO MATHEUS SP	12.000,0	600,0	-	DANO	1970	56.000,0	120	-	-	-	-	-	-	EXISTE
UBERABA MG	120,0	100,0	-	TRIGA	10/1990	-	72	-	30	-	-	-	-	-
VILA LEOPOLDINA SP	12.000,0	1.200,0	420,0	DANO	01/1974	55.400,0	251	-	-	-	-	-	-	EXISTE

* FUNCIONÁRIOS POR CADA LINHA DE PRODUÇÃO E POR TURNO DE TRABALHO

A área total da usina por quantidade diária de lixo processado em 04 (quatro) usinas varia de 11,25 a 93,33 m^2/t.d. Isto deve-se a dificuldades de se encontrar espaços disponíveis nestas cidades e pela própria concepção tecnológica dos sistemas DANO e TRIGA.

A relação entre a quantidade de lixo processado e mão de obra varia de 1,38 a 5,00 t/homem.d. Estes altos valores estão diretamente relacionados ao nível de mecanização que estas usinas apresentam.

Foram observadas algumas diferenças das características gerais das usinas de pequeno e médio Porte em relação as das Usinas de Grande Porte:

- As usinas de pequeno e médio porte estão predominantemente situadas em pequenas e médias cidades cujas quantidades de lixo coletada são inferiores a 100,0 t/d;
- Estes sistemas necessitam de maiores áreas por tonelada de lixo processada;
- A implantação das usinas de pequeno e médio porte é recente, inauguradas em sua maioria a partir da segunda metade da década de 80;
- Poucas das usinas estão equipadas com balança de pesagem de veículos coletores;
- É observada uma maior dependência por mão de obra no processamento de lixo das usinas de pequeno e médio porte, resultado da própria concepção tecnológica destes sistemas.

5.2. CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DAS USINAS DE LIXO

As características operacionais das usinas de pequeno e médio, e grande porte são apresentados nas Tabelas 5.2-A e 5.2-B, respectivamente.

5.2.1.USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

As características operacionais de 18 (dezoito) usinas de pequeno e médio porte são apresentadas na Tabela 5.2-A. A análise dos dados é mostrada a seguir:

A distribuição dos funcionários na esteira de catação em 11 (onze) usinas é feita de forma eqüitativa, ou seja, a mesma quantidade de funcionários manipula o mesmo tipo de material.

Cerca de 14 (quatorze) usinas dispõe de áreas verdes dentro ou ao seu redor. A importância destas áreas é a da formação de um cinturão verde de proteção das áreas circunvizinhas dos maus odores emanados pela usina.

O controle dos parâmetros da compostagem, quando realizado, é geralmente limitado a medição da temperatura e da umidade nas leiras. Outros parâmetros já foram determinados em algumas usinas, ocorrendo por uma ou duas vezes, não havendo controle de rotina.

O tempo de cura da matéria orgânica em 12 (doze) usinas situa-se na faixa de 90-120 dias, próximo do valor teórico, sendo estas leiras reviradas a cada 7 ou 10 dias em 07 (sete) destas usinas. Os principais equipamentos utilizados no reviramento das leiras são a pá-carregadeira e a retro-escavadeira.

As dimensões e formatos das leiras apresentam-se diferentes para cada usina, o que revela a falta de critérios científicos na produção do composto, podendo resultar num produto de baixa qualidade, além de problemas com odores e vetores.

Não existe sistema de tratamento do chorume em 07 (sete) usinas, podendo acarretar problemas de contaminação do lençol freático e de mananciais superficiais. As lagoas de estabilização tratam o chorume em outras 05 (cinco) usinas.

TABELA 5.2-A - CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DAS USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

USINA	QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS QUE MANIPULAM CADA MATERIAL NA ESTEIRA									EXISTÊNCIA ÁREA VERDE NA USINA	PARÂMETROS MONITORADOS COMPOSTAGEM	FREQUÊNCIA MONITORAMENTO	TEMPO CURA MATÉRIA ORGÂNICA(DIAS)	FREQUÊNCIA REVOLVIMENTO DAS LEIRAS	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO REVOLVIMENTO	DIMENSÕES DAS LEIRAS	TRATAMENTO DO PERCOLADO	TIPO E MALHA DA PENEIRA P/ REFINO DO COMPOSTO
	PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO DURO	PLÁSTICO FILME	LATAS	ALUMINIO	VIDRO	REJEITOS	OUTROS									
ARARAQUARA SP	02	02	02	-	02	TODOS CATAM	TODOS CATAM	04	10	EM VOLTA DA USINA	INEXISTE	INEXISTE	-	120-130 DIAS S/ CONTROLE	PÁ CARREGADEIRA	-	INEXISTE	ROTATIVA
ARARAS SP	02	02	01	01	02	02	02	02	-	EM VOLTA DA USINA	UMIDADE, TEMPERATURA e pH	-	70-90	-	PÁ CARREGADEIRA	-	INEXISTE	ROTATIVA 3/8"
ENCANTADO RS	(02)		(02)		(02)		01	01	-	MATA AO REDOR DA USINA	TEMPERATURA	DIARIO	APROX. 90	EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DA LEIRA	PÁ-CARREGADEIRA	PILHAS APROX. 7 M3	LAGO P/ PERCOLAÇÃO E EVAPORAÇÃO	ROTATIVA MALHA: 4.2 mm
IBIPORÃ PR	02	(02)		04	02	01	01	02	04	VEGETAÇÃO NATIVA E EXÓTICA	-	-	120	-	-	h= 4.0 m Diam.=5.0 m FORMA MONTE	ETE DO MUNICIPIO	-
ULÍ RS	(04)		02	02	02	02	01	01	-	EM VOLTA DA USINA	INEXISTE	INEXISTE	-	-	-	-	INEXISTE	CILINDRICA ROTATIVA (INATIVA)
IVOTI RS	01	01	01	01	01	-	01	-	-	ÁREA VERDE DENTRO DA USINA	UMIDADE	SEMANAL	90-120	A CADA 7 DIAS	RETRO-ESCAVADEIRA E TRATOR COM PLAINA	h= 2.0 m FORMA PIRAMIDAL	LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO	ROTATIVA MALHA: 1.2 cm
LENÇOIS PAULISTA SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	INEXISTE	TEMPERATURA	SEMANAL	120	A CADA 7 DIAS	PÁ CARREGADEIRA	1,60x2,20	LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO	ROTATIVA MALHAS: 2" e 4"
MONTES CLAROS MG	04	02	01	09	01	TODOS CATAM	TODOS CATAM	02	04	INEXISTE	UMIDADE, TEMPERATURA, pH E RELAÇÃO C/N	FORAM REALIZADOS 2 VEZES	APROX. 90	A CADA 7 DIAS	PÁ CARREGADEIRA	DIAM.: 2.0 m ALT.:2.5 m FORMA CONICA	INEXISTE	CILINDRICA ROTATIVA MALHA- 1.0 cm
NOVA PRATA RS	CADA UM DOS 10 CATADORES DA ESTEIRA SEPARA 2 MATERIAIS DIFERENTES									-	NUTRIENTES, METAIS E BACTERIOLOGIA	REALIZADO 1 VEZ	90	-	-	3,0x2,8 m	TANQUE P/ IRRIGAÇÃO DAS LEIRAS	CIRCULAR

(CONTINUA)

TABELA 5.2-A - (CONTINUAÇÃO)

USINA	QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS QUE MANIPULAM CADA MATERIAL NA ESTEIRA									EXISTÊNCIA ÁREA VERDE NA USINA	PARAMETROS MONITORADOS COMPOSTAGEM	FREQUÊNCIA MONITORAMENTO	TEMPO CURA MATÉRIA ORGÂNICA(DIAS)	FREQUÊNCIA REVOLVIMENTO DAS LEIRAS	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO REVOLVIMENTO	DIMENSÕES DAS LEIRAS	TRATAMENTO DO PERCOLADO	TIPO E MALHA DA PENEIRA P/ REFINO DO COMPOSTO
	PAPEL	PAPELAO	PLÁSTICO DURO	PLÁSTICO FILME	LATAS	ALUMINIO	VIDRO	REJEITOS	OUTROS									
NOVO HAMBURGO RS	A CATAÇÃO É FEITA NA LEIRA DE COMPOSTAGEM ESTANDO OS CATADORES DIVIDIDOS EM GRUPOS. O SISTEMA FUNCIONA NA FORMA DE COOPERATIVA DOS CATADORES.									AO REDOR DA USINA	TEMPERATURA E UMIDADE	SEMANAL POR TÉCNICO AGRÍCOLA	100	REVOLVIMENTOS FREQUENTES	-	2.5x2.5x30.0 m	LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	ROTATIVA MALHA: 1.2 cm
NOVO HORIZONTE SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	AO REDOR DA USINA	-	-	90-120	-	-	-	-	ROTATIVA MALHA: 1.2 cm
OURINHOS SP	03	03	03	03	03	03	03	02	02	ARBUSTOS E COQUEIROS	-	-	45-60	A CADA 7 DIAS	RETRO-ESCAVADEIRA	30-35 M3 FORMATO CONICO	INEXISTE MAS COLOCA-SE PÓ DE SERRA	CIRCULAR MALHA: 1.0 cm
RECIFE-PE *	02	-	02	-	02	-	02	01	-	CINTURÃO VERDE AO REDOR	-	-	-		VER OBSERVAÇÃO(*)		FOSSA SÉPTICA C/ VALA INFILTRAÇÃO	MOVEL ROTATIVA C/ MALHA 1" E 3/4"
SÃO JOSÉ SC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	USINA SITUADA EM ZONA RURAL	TEMPERATURA	-	90	A CADA 7 DIAS	-	-	INEXISTE	VIBRATÓRIA
S. J. RIO PRETO SP	10	10	08	-	08	08	08	04	14	ÁREA VERDE EM IMPLANTAÇÃO	UMIDADE, TEMPERATURA E pH	UMID. e TEMP. SEMANAL; pH BIMESTRAL	90	SEMANAL	PA CARREGADEIRA E CAMINHOES BASCULANTES	3.0x5.0x30.0 m	LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	ROTATIVA PRIMARIA E SECUNDARIA MALHAS 1" E 3/8"
SAQUAREMA RJ	02	02	03	-	03	01	02	01	-	AO REDOR DA USINA	-	-	90	-	-	COMPRIMENTO: 20.0 A 50.0 m	FOSSA SÉPTICA	TIPO INDUSTRIAL
S. C. RIO PARDO SP	02	02	02	02	02	TODOS CATAM	(	02	) -	EM VOLTA DA USINA E NO PATIO	-	-	120	A CADA 10 DIAS	-	FORMATO CONICO	INEXISTE	ROTATIVA 3/4"
VARGINHA-MG **	02	03	01	-	02	-	01	01	-	EM FORMAÇÃO	**	**	**	**	**	**	**	**

OBS.: * ESTE SISTEMA DE COMPOSTAGEM ANAERÓBIO É DOTADO DE CELULAS CUJA FERMENTAÇÃO OCORRE EM 45 DIAS E A MATURAÇÃO EM 30 DIAS.

** A USINA DE VARGINHA AINDA NÃO ESTAVA OPERANDO COM O LIXO ORGÂNICO QUANDO DA COLETA DESTAS INFORMACOES.

A peneira utilizada para o refino do composto em 11 (onze) usinas é do tipo cilíndrica rotativa com malhas de 1,0 a 1,2 cm, recomendável para este objetivo, conforme KIEHL, 1985.

5.2.2. USINAS DE GRANDE PORTE

As características operacionais de 06 (seis) Usinas de Grande Porte são apresentadas na Tabela 5.2-B, cuja análise é apresentada a seguir:

A quantidade de funcionários na esteira das usinas de Brasília-DF e de Belo Horizonte-MG (Sistema DANO) é bastante reduzida em função da falta de espaço na esteira e pela própria concepção tecnológica do sistema, que prioriza a separação mecânica dos materiais. Nas usinas do sistema TRIGA, Caju-RJ, Ceilândia-DF e Uberaba-MG, observa-se uma maior concentração dos funcionários da esteira na catação de materiais plásticos. Para cada bioestabilizador ou higienizador das usinas DANO e TRIGA, respectivamente, opera uma linha de produção com uma esteira de catação.

O tempo de cura varia de 40 a 70 dias em 03 (três) usinas, menor que o tempo teórico, em função da matéria orgânica passar por um pré-tratamento (aeração) nos bioestabilizadores ou higienizadores. A aeração é geralmente realizada em um período de 96 (noventa e seis) horas, no qual ocorre um processo de aceleração da atividade microbiana.

O controle dos principais parâmetros que influenciam o processo de compostagem é realizado em 04 (quatro) usinas. Dentre os parâmetros controlados, destacam-se a temperatura, pH, umidade e relação C/N.

Não existe o tratamento do líquido percolado em 04 (quatro) usinas. Nas usinas de Belo Horizonte-MG e Uberaba-MG, os pátios de compostagem encontram-se asfaltados o que dificulta a percolação dos líquidos para o subsolo.

TABELA 5.2-B - CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DAS USINAS DE GRANDE PORTE

USINA	QUANTIDADE DE FUNCIONARIOS QUE MANIPULAM CADA MATERIAL NA ESTEIRA									EXISTÊNCIA ÁREA VERDE NA USINA	PARÂMETROS MONITORADOS COMPOSTAGEM	FREQUÊNCIA MONITORA-MENTO	TEMPO CURA M.O.	DIMENSÕES DAS LEIRAS	TRATAMENTO DO PERCOLADO	PENEIRA E MALHA P/ REFINO	QUANTID. BIOES-BILIZADORES/ HIGIENIZADORES	TEMPO DETEN-ÇÃO- BIOESTAB. /HIGIENIZAD.
	PAPEL	PAPELÃO	PLÁSTICO DURO	PLÁSTICO FILME	LATAS	ALUMÍNIO	VIDRO	REJEITOS	OUTROS									
BELO HORIZONTE MG	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	TEMPERATURA, pH, RELAÇÃO C/N e UMIDADE	-	60-70 DIAS	1.5x2.0x 3 ou 4 m	INEXISTE **	2 PEN. VIBRAT. C/ 02 MALHAS CADA	02 BIOESTABI-LIZADORES	96 h
BRASÍLIA DF	***	***	***	***	***	***	***	***	***	INEXISTE	-	-	-	-	INEXISTE	VIBRATÓRIA	02 BIOESTABI-LIZADORES	72 h
CAJU RJ	8	8	18 ****	16	-	6	7	-	4	-	TEMPERATURA, pH E RELAÇÃO C/N	TEMPERATURA (DIÁRIO)	60 DIAS	60x3.60x 1.90 m	REATOR BIOLOGICO	-	03 HIGIENIZADORES	96 h
CEILANDIA DF	03 *****	03 *****	02 *****	03 *****	03 *****	01 *****	01 *****	-	-	-	-	-	-	-	-	PRIMÁRIA E AFINAGEM	02 HIGIENIZADORES	-
SÃO MATHEUS SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PARQUE DO CARMO	TEMPERATURA, pH RELAÇÃO C/N, UMI-DADE E MAT. ORG.	REALIZADO NO LABORATÓRIO DA LIMPURB	90 DIAS	h=1,5 e 2,0 m L= 2,5 m COMP.=VAR.	INEXISTE EM ESTUDOS	ROTATIVA MALHA: 20 mm	04 BIOESTABI-LIZADORES	-
UBERABA MG	(4)		(18)		ELETRO-IMÃ	2	3	3	-	-	TEMPERATURA, pH E RELAÇÃO C/N	-	40-50 DIAS	6.0x3.0(h)	INEXISTE PÁTIO ASFALTADO	ROTATIVA MALHA: 20 mm	01 HIGIENIZADOR	96 h

* EXISTEM 05 FUNCIONARIOS NA ESTEIRA PARA CADA UMA DAS DUAS LINHAS DE PRODUÇÃO.

** O PÁTIO ENCONTRA-SE PAVIMENTADO E É POUCA A PRESENÇA DE PERCOLADO.

*** DURANTE A VISITA A USINA DE BRASÍLIA FOI OBSERVADO SOMENTE A PRESENÇA DE 01 CATADOR POR LINHA DE PRODUÇÃO.

**** 10 FUNCIONARIOS CATAM PLÁSTICO DURO E 08 PET.

***** MESMA QUANTIDADE DE CATADORES EM CADA UMA DAS DUAS LINHAS DE PRODUÇÃO.

A relação entre quantidade de lixo processada diariamente nas usinas (Tabela 5.1-B) e número de bioestabilizador/higienizador nas mesmas são apresentadas a seguir:

- Usina de Belo Horizonte-MG: 75 t/d por bioestabilizador;
- Usina de Brasília-DF: 50 t/d por bioestabilizador;
- Usina de São Matheus-SP: 125 t/d por bioestabilizador;
- Usina do Caju-RJ: 267 t/d por higienizador;
- Usina de Ceilândia-DF: 425 t/d por higienizador;
- Usina de Uberaba-MG: 100 t/d por higienizador.

Observa-se que nas usinas do sistema DANO, a relação de quantidade de lixo processada por bioestabilizador varia de 50 a 125 t/d, enquanto que nas usinas do sistema TRIGA, esta mesma relação varia de 100 a 425 t/d por higienizador. A baixa capacidade de processamento de lixo por bioestabilizador das usinas do sistema DANO podem estar relacionadas a capacidade nominal de processamento destas usinas e a idade avançada das mesmas, todas com mais de 18 (dezoito) anos de operação.

5.3. PROBLEMAS COM OPERAÇÕES UNITÁRIAS DAS USINAS

Os problemas nas operações unitárias em usinas de pequeno e médio porte, e grande porte são apresentados nas Tabelas 5.3-A e 5.3-B, respectivamente.

5.3.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

Os principais problemas observados nas operações e nos equipamentos de 17 (dezessete) Usinas de Pequeno e Médio Porte são:

- Corrosão nos equipamentos devido a agressividade do chorume do lixo;

TABELA 5.3-A - PROBLEMAS COM OPERAÇÕES UNITÁRIAS DAS USINAS DE PEQUENO E MEDIO PORTE

USINA	PROBLEMAS EM OPERAÇÕES UNITÁRIAS, EQUIPAMENTOS E ATIVIDADES DA USINA									TIPO DE MANUTENÇÃO NAS INSTALAÇÕES
	RECEPÇÃO	ESTEIRA	MOINHO	PATIO	PENEIRA	TRATAMENTO PERCOLADO	COMÉRCIO RECICLÁVEIS	COMÉRCIO COMPOSTO	DISPOSIÇÃO REJEITOS	
ARARAQUARA SP	SOBRECARGA NA CAÇAMBA COLETORA	-	DESGASTE NOS MARTELOS	FALTA DE EQUIPAMENTOS P/ REVOLVIMENTO	BAIXA CAPACIDADE DE PRODUCAO	INEXISTE TRATAMENTO	FALTA DE MERCADO P/ PLÁSTICO FILME	COMPOSTO É DOADO A COMUNIDADE	DESPEJO EM LIXÃO C/ PRESENÇA DE CATADORES	MANUTENÇÃO SEMANAL C/ LUBRIFIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
ARARAS SP	-	-	MOINHO FOI RETIRADO DO SISTEMA	-	-	-	-	COMPOSTO É DOADO A COMUNIDADE	-	LIMPEZA DAS MAQUINAS E LUBRIFICAÇÃO
ENCANTADO RS	-	DESLIGADA VÁRIAS VEZES DEVIDO A QUALIDADE DO LIXO DA COLETA	INEXISTE MOINHO	-	-	-	FALTA DE COMPRADOR PARA O PLÁSTICO FILME	-	-	MANUTENÇÃO NOS MOTORES
IBIPORA PR	-	QUEBRA DE ROLAMENTOS	EM FASE DE IMPLANTAÇÃO	-	-		GRANDE DISTANCIA DOS CENTROS INDUSTRIALIZADORES	-	-	-
IJUÍ RS	NÃO EXISTE RECEPÇÃO DO LIXO EM HORÁRIO NOTURNO	A ESTEIRA DESLIZA COM A UMIDADE	MOINHO FOI RETIRADO DO SISTEMA	AINDA EM FASE DE CONSTRUÇÃO	EMBUCHAMENTO NOS AROS INTERNOS	-	NAO EXISTE GRANDE DEMANDA	-	O ATERRO NÃO ESTA SENDO COMPACTADO	PRECÁRIA, CONSISTINDO DE LUBRIFICAÇÃO E TROCA DE CORREIAS
IVOTI RS	SEM PROBLEMAS	SEM PROBLEMAS	INEXISTE MOINHO	SEM MAIORES PROBLEMAS	AINDA NAO HOUVE PENEIRAMENTO	EM FASE DE ESTUDOS -(ADAPTAÇÃO)	SEM PROBLEMAS	SERÁ DOADO A COMUNIDADE	SEM PROBLEMAS	MANUTENÇÃO QUANDO NECESSÁRIA POR MECANICOS DA PREFEITURA
LENÇOIS PAULISTA SP	SEM PROBLEMAS	SEM PROBLEMAS	SEM PROBLEMAS	PATIO DE TERRA COM PROBLEMAS EM ÉPOCA DE CHUVA	SEM PROBLEMAS	SEM PROBLEMAS	DIFICULDADES NA COMERCIALIZAÇÃO DO PLASTICO FILME	NÃO COLOCADO A VENDA	SEM PROBLEMAS	MANUTENÇÃO SEMANAL DE TODOS OS EQUIPAMENTOS
MONTES CLAROS MG	LIXO DESCARREGADO FORA DO FOSSO DEVIDO BAIXA VAZÃO DA ESTEIRA	DESQUALIFICAÇÃO DOS CATADORES	DESGASTE RÁPIDO NOS MARTELOS	QUEBRA DE EQUIPAMENTOS E FALTA MONITORAMENTO NAS LEIRAS	BAIXA CAPACIDADE DE PENEIRAMENTO: 9M3/DIA	INEXISTE TRATAMENTO	PRECONCEITO QUANTO A ORIGEM DOS RECICLÁVEIS	PRECONCEITO QUANTO A ORIGEM DO COMPOSTO	FALTA DE MANEJO NO ATERRO E PRESENÇA DE CATADORES	MANUTENÇÃO CORRETIVA. CAÇAMBA, CARREGADEIRA, E PRENSA MAIS DANIFICAM

(CONTINUA)

TABELA 5.3-A - (CONTINUAÇÃO)

USINA	PROBLEMAS EM OPERAÇÕES UNITÁRIAS, EQUIPAMENTOS E ATIVIDADES DA USINA									TIPO DE MANUTENÇÃO NAS INSTALAÇÕES
	RECEPÇÃO	ESTEIRA	MOINHO	PATIO	PENEIRA	TRATAMENTO PERCOLADO	COMÉRCIO RECICLÁVEIS	COMÉRCIO COMPOSTO	DISPOSIÇÃO REJEITOS	
NOVA PRATA RS	-	-	INEXISTE MOINHO	-	CONCLUSÃO DA OBRA: BARRACÃO P/ PENEIRAMENTO DO COMPOSTO	-	FALTA DE PRENSAS P/ LATAS E PAPEL	-	-	-
NOVO HAMBURGO RS	-	INEXISTE ESTEIRA	INEXISTE MOINHO	-	DIFICULDADE NO PENEIRAMENTO DO MATERIAL DEVIDO ALTA UMIDADE	-	-	-	OPERAÇÃO IRREGULAR EM FUNÇÃO DISPONIBILIDADE DE MAQUINAS	-
OURINHOS SP	SOBRECARGA NA CAÇAMBA COLETORA	ESTRAGOS NA CORREIA POR MATERIAL CORTANTE	QUEBRA DE MARTELOS DEVIDO A METAIS FERROSOS	PRESENÇA CONSTANTE DE PERCOLADO	DIFICULDADE NO PENEIRAMENTO DEVIDO A A UMIDADE DO MATERIAL	INEXISTE TRATAMENTO	A COMERCIALIZAÇÃO DOS RECICLÁVEIS E RAZOÁVEL	A ACEITAÇÃO DO COMPOSTO NO MEIO RURAL E RAZOÁVEL	PRECARIEDADE DE EQUIPAMENTOS	LIMPEZA E CONSERVAÇÃO DE ROTINA.CORREIAS E MOINHO MAIS DANIFICAM-SE
RECIFE-PE *	-	DESGASTE DE ROLETES DEVIDO A CORROSÃO	OBSTRUÇÃO DEVIDO A MÁ QUALIDADE DA SEPARAÇÃO	-	-	-	-	NÃO EXISTE E PRODUÇÃO É DOADA AO DEPTO. PAISAGISMO DA EMLURB	TODO REJEITO É ENCAMINHADO AO ATERRO DE MURIBECA	MANUTENÇÃO CORRETIVA EFETUADA NA OFICINA DO DLU
SÃO JOSÉ SC	-	-	-	-	-	INEXISTE TRATAMENTO	VENDA REALIZADA SEM LICITAÇÃO	-	-	-
S. J. RIO PRETO SP	-	-	-	-	-	-	FALTA DE MERCADO P/ PLÁSTICO FILME	-	-	LAVAGEM, LUBRIFICAÇÃO MANUTENÇÃO PREVENTIVA SEMANAL
SAQUAREMA RJ	QUEBRA DE EQUIPAMENTO TIPO MOINHO	BORRACHA DA ESTEIRA SE ARREBENTA	-	-	-	-	-	DOADO A AGRICULTORES LOCAIS E A ORGÃOS PUBLICOS	-	LUBRIFICAÇÃO COM ÓLEO E GRAXA
S. C. RIO PARDO SP	CORROSÃO	CORROSÃO	INEXISTE MOINHO	-	-	INEXISTE TRATAMENTO	-	-	DISPOSIÇÃO EM LIXÃO	MANUTENÇÃO SEMANAL COM POUCAS QUEBRAS NO EQUIPAMENTO
VARGINHA MG	-	-	-	-	-	-	COMERCIALIZADO POR ENTIDADES FILANTROPICAS	-	DISPOSIÇÃO EM LIXÃO	ENGRAXAMENTO E TROCA PINOS. MANUTENÇÃO NORMAL E PERIÓDICA

OBS.: A ESTEIRA E O MOINHO DE MARTELOS FORAM INSTALADOS EM 1992.

- Falta de planejamento integrando a coleta domiciliar e o funcionamento da usina. Algumas vezes os caminhões de coleta descarregam na usina em uma mesma faixa de horário, ocasionando um congestionamento e sobrecarga na recepção da mesma;

- Quebra e desgaste dos martelos do moinho. Em 07 (sete) usinas, este equipamento foi retirado da operação ou inexiste;

- Peneiras com baixa capacidade de processamento, causando o acúmulo de matéria orgânica no pátio de compostagem;

- Falta de mercado consumidor para o plástico filme fazendo com que este material seja destinado ao aterro de rejeitos;

- Em geral, a produção do composto é doada a comunidade ou utilizada pela própria prefeitura, podendo ser um indicador da falta de compradores para este produto ou mesmo da falta de qualidade do mesmo;

- A disposição dos rejeitos dá-se em aterros ou lixões, onde em alguns destes observa-se a presença de catadores;

- Dificuldade na operação de revolvimento das leiras durante o período de chuvas;

- A manutenção das usinas é feita de maneira corretiva ou através de lubrificação dos equipamentos. Não existe manutenção preventiva.

5.3.2. USINAS DE GRANDE PORTE

Foram observados os seguintes problemas nas usinas de grande porte:

- Acúmulo de lixo no fosso de recepção devido ao tamanho inadequado do mesmo ou a eventuais quebras em algumas etapas da produção;

FIGURA 5.3-B - PROBLEMAS COM OPERAÇÕES UNITÁRIAS DE USINAS DE GRANDE PORTE.

USINA	PROBLEMAS EM OPERAÇÕES UNITÁRIAS, EQUIPAMENTOS E ATIVIDADES						MANUTENÇÃO
	RECEPÇÃO	ESTEIRA	BIOESTABILIZADORES/ HIGIENIZADORES	PÁTIO	PENEIRAS	COMÉRCIO RECICLÁVEIS	ROTINA NAS INSTALAÇÕES
BRASÍLIA DF	FOSSO PEQUENO C/ ACÚMULO DE LIXO	POUCOS FUNCIONÁRIOS NA ESTEIRA	REVEZAMENTO FUNCIONÁRIOS NA RECEPÇÃO/TRIAGEM DEVIDO EXALAÇÃO DE GASES	-	-	-	-
CAJÚ RJ	-	-	FOI DETECTADA UMA RACHADURA NAS PAREDES DOS HIGIENIZADORES	CHUVAS ATRAPALHAM OPERAÇÃO DE REVIRAMENTO DAS LEIRAS	-	-	-
CEILÂNDIA DF	TROCA DE LONAS E REGULAGEM DE FREIO DE PONTES ROLANTES	-	-	-	OBSTRUÇÃO DAS PENEIRAS PRIMÁRIA E DE AFINAGEM	PERDA DE UMIDADE NOS RECICLÁVEIS COMO PAPEL DURANTE ARMAZENAMENTO	REPARO E MANUTENÇÃO DE COMPONENTES DIVERSOS
SÃO MATHEUS SP	PROBLEMAS EVENTUAIS DEVIDO A QUEBRAS EM ALGUMAS ETAPAS DA PRODUÇÃO	DESALINHAMENTO DA ESTEIRA	EVENTUAIS RACHADURAS	ESPAÇO FÍSICO PEQUENO EM RELAÇÃO A DEMANDA DO COMPOSTO	-	DIMINUIÇÃO DA DEMANDA EM DETERMINADAS ÉPOCAS	-
VILA LEOPOLDINA SP	-	-	-	EXALAÇÃO DE GASES CAUSANDO CONFLITO COM VIZINHANCA	-	-	-

OBS.: - A USINA DE BELO HORIZONTE-MG APRESENTA PROBLEMAS COMUNS (ELÉTRICOS E MECANICOS), PRINCIPALMENTE PELO FATO DE QUE A USINA JÁ POSSUI 18 (DEZOITO) ANOS DE ATIVIDADES CONSTANTES.

- A USINA DE UBERABA-MG APRESENTA PROBLEMAS DE ORDEM MECANICA E ROTINEIRA COMO QUEIMA DE MOTORES POR EMBUCHAMENTO DE LIXO, ENTRE OUTROS.

- Exalação de gases causando desconforto aos funcionários e moradores de regiões próximas;

- Rachaduras nos higienizadores e bioestabilizadores;

- Obstrução de peneiras primária e de afinagem da usina do sistema TRIGA;

- Falta de espaço físico no pátio de compostagem em relação a demanda do composto.

5.4. PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS, COMPOSTO E REJEITOS

5.4.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

A inexistência de balança de pesagem dos veículos coletores na maioria das usinas de pequeno e médio porte, dificulta a quantificação dos materiais recicláveis, composto e rejeitos produzidos nestes sistemas. Somente em 04 (quatro) usinas foi possível obter os percentuais em peso de produtos e sub-produtos , conforme mostra a Tabela 5.4-A.

A produção de rejeitos nas usinas de Lençois Paulista-SP e São José do Rio Preto-SP, deverão ser maiores do que os valores apresentados, pois haverá mais produção de rejeitos após o peneiramento do composto crú.

A produção de rejeitos nas usinas de pequeno e médio porte, vide observação da Tabela 5.4-A, situa-se na faixa de 20,0-30,0 %.

Os dados apresentados na Tabela 5.4-A são apresentados graficamente na Figura 5.1.

TABELA 5.4-A - PRODUÇÃO DE RECICLÁVEIS, COMPOSTO E REJEITOS NAS USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

USINAS	PRODUÇÃO DA USINA (EM %) RECICLÁVEIS	COMPOSTO	REJEITOS	QUANTIDADE DE LIXO PROCESSADA	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
ARAUCÁRIA PR	14,00	34,00	52,00	*	*
LENÇOIS PAULISTA SP	26,88	50,43 **	22,69	3.966,00	JAN-JUN/1993
SÃO J. DO RIO PRETO SP	5,06	72,15 **	22,79	31.659,76	JAN-JUL/1993
SAQUAREMA RJ	29,67	43,28	27,05	554,50	JAN-JUL/1993

* INFORMAÇÕES NÃO FORNECIDAS PELA FONTE (OBLADEN et al., 1993)

** COMPOSTO CRU

OBS.: AS USINAS DE OURINHOS-SP, IVOTI-RS E NOVO HAMBURGO-RS APRESENTARAM ESTIMATIVAS DE PRODUÇÃO DE REJEITOS EM 20,0 %, ENQUANTO A USINA DE MONTES CLAROS-MG APRESENTOU ESTIMATIVA DE 25,0%.

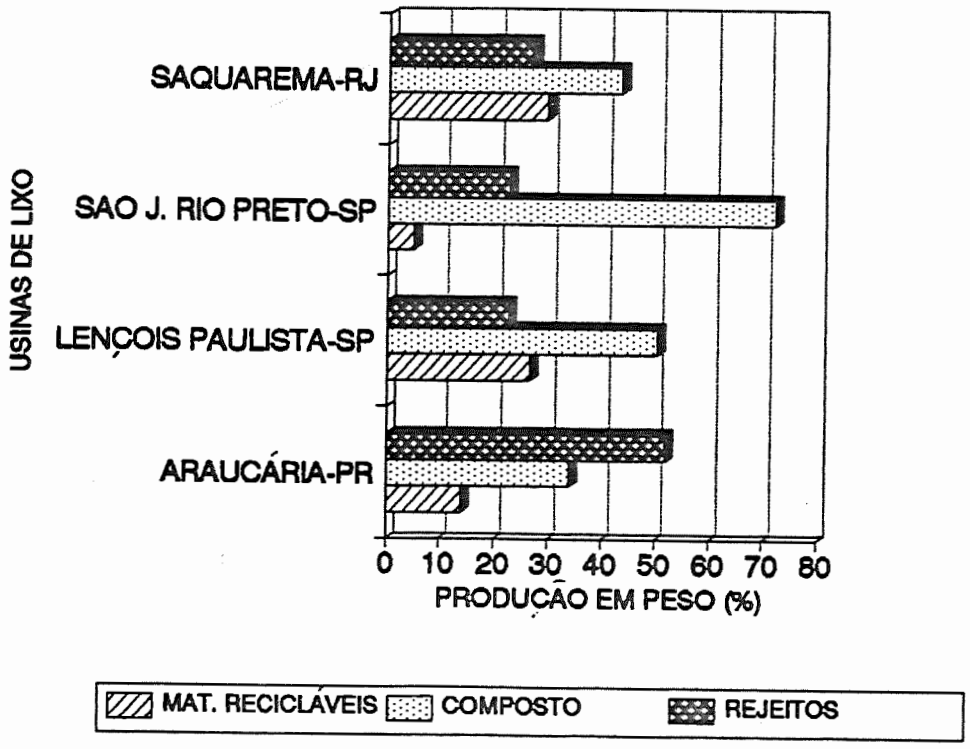


FIGURA 5.1 - Produção de Materiais Recicláveis, Composto e Rejeitos nas Usinas de Pequeno e Médio Porte

5.4.2. USINAS DE GRANDE PORTE

Os percentuais de formação de produtos e sub-produtos das Usinas de Grande Porte são apresentados na Tabela 5.4-B, e representados graficamente na Figura 5.2. A produção em percentual de materiais recicláveis, composto e rejeitos está situada nas seguintes faixas:

Materiais Recicláveis:		1,21 a 6,20 %;
Composto	:	29,41 a 53,79 %
Rejeitos	:	44,27 a 64,39 %

Os materiais recicláveis, embora presentes em 35,0% da composição média do lixo brasileiro, são triados somente na faixa de 1,21 a 6,20%.

Os rejeitos representam de 44,27 a 64,39% do material processado. O cruzamento das informações contidas nas Tabelas 5.1-B (Características Operacionais das Usinas de Grande Porte), 5.2-B (Características Operacionais das Usinas de Grande Porte) e 5.4-B fornece alguns indícios que podem estar associados a grande produção de rejeitos nesses sistemas, entre os quais:

- Usinas com idades avançadas e com capacidades reais de processamento acima das capacidades nominais;
- Alto nível de mecanização com pequena quantidade de funcionários na esteira de catação;
- Concepção tecnológica dos sistemas para países de 1° (primeiro) mundo;
- Processamento diário de grandes quantidades de lixo condicionando as esteiras de catação a operar com velocidades elevadas.

Uma análise comparativa com o desempenho das Usinas de Pequeno e Médio Porte fica prejudicada em função da inexistência de maiores informações.

TABELA 5.4-B - PRODUÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS, COMPOSTO E REJEITOS NAS USINAS DE GRANDE PORTE

USINA	PRODUÇÃO DA USINA EM % RECICLÁVEIS	COMPOSTO	REJEITOS	QUANTIDADE DE LIXO PROCESSADA (t)	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
BELO HORIZONTE MG	2,69	40,90	56,20	*	*
BRASÍLIA/CEILANDIA DF	3,40	50,55	46,05	102.925,00	DEZ/1991-JUL/1992
CAJÚ RJ	6,20	29,41	64,39	54.605,00	JUN-OUT/1992
SÃO MATHEUS SP	1,94	53,79	44,27	373.157,04	1989/1990 1991
SANTO ANDRÉ SP	1,20	37,30	61,50 **	105.122,00	1990
VILA LEOPOLDINA SP	1,21	50,60	48,19	804.629.58	1989/1990 1991 JAN-ABR/1992

* DADOS NÃO FORNECIDOS PELA FONTE (AUGUSTA E PEREIRA NETO, 1993)

** SOMATÓRIO DE REJEITOS E PERDAS

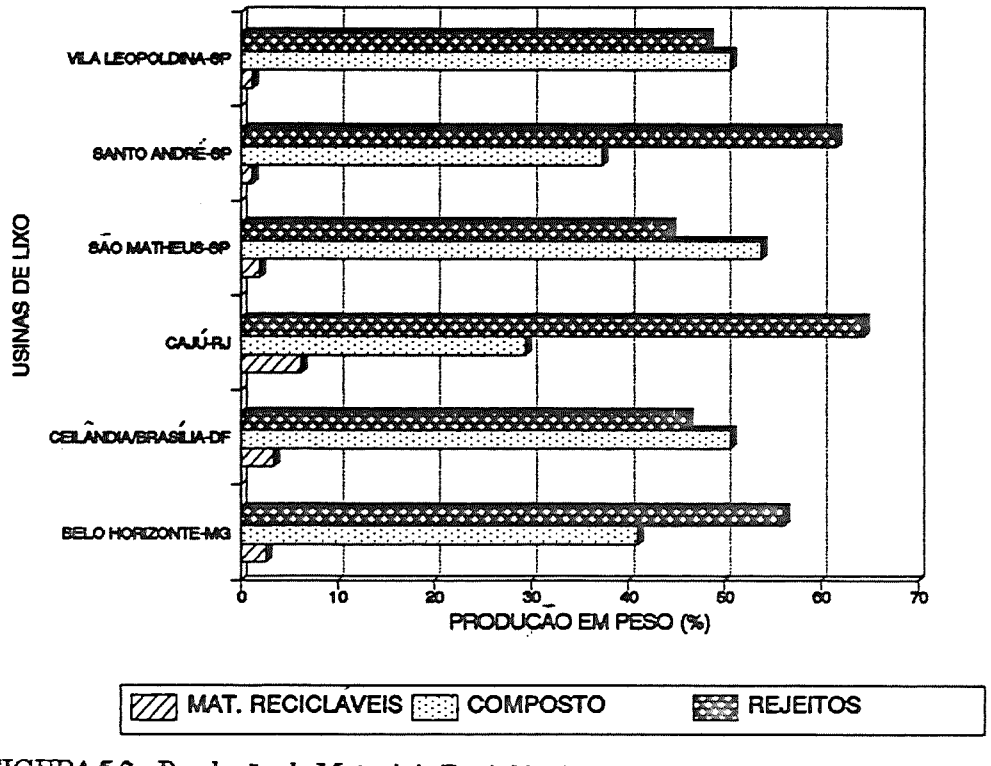


FIGURA 5.2 - Produção de Materiais Recicláveis, Composto e Rejeitos nas Usinas de Grande Porte

5.5. PRODUÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

5.5.1. USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

Os percentuais de produção de materiais recicláveis em peso das Usinas de Pequeno e Médio Porte são apresentados na Tabela 5.5-A. A representação gráfica das produções de Plástico, Metais Ferrosos, Metais Nobres, Vidro, Papel e Papelão são mostradas nas Figuras 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 e 5.7, respectivamente.

Os diferentes períodos de amostragem da coleta de dados e as características particulares de cada usina como tipo de sistema e capacidade de processamento impossibilitam uma análise estatística dos dados apresentados. Portanto, os percentuais de produção de cada material foram agrupados em faixas possibilitando assim uma visão geral da produção de cada material. As faixas de percentuais mais representativas da produção de cada material estão apresentadas em negrito.

PLÁSTICO
10,0 a 20,0 %: 05 (cinco) usinas;
21,0 a 30,0 %: 07 (sete) usinas;
acima de 31,0 %: 02 (duas) usinas.

METAIS FERROSOS
0,0 a 10,0 %: 01 (duas) usinas;
11,0 a 20,0 %: 02 (duas) usinas;
21,0 a 30,0 %: 07 (sete) usinas;
acima de 31,0 %: 04 (quatro) usinas.

METAIS NOBRES

0,0 a 0,4 % : 04 (quatro) usinas;

0,41 a 0,8 % : 04 (quatro) usinas;

0,81 a 1,2 % : 04 (quatro) usinas;

acima de 1,21%: 01 (uma) usina.

VIDRO

0,0 a 10,0 %: 05 (cinco) usinas;

11,0 a 20,0 %: 06 (seis) usinas;

acima de 21,0%: 02 (duas) usinas.

PAPEL E PAPELÃO

10,0 a 20,0 %: 01 (uma) usina;

21,0 a 30,0 %: 04 (quatro) usinas;

31,0 a 40,0 %: 02 (duas) usinas;

acima de 40,0 %: 06 (seis) usinas.

Os principais materiais em peso triados nas Usinas de Pequeno e Médio Porte são:

Papel e Papelão: acima de 40,0 % - 06 (seis) usinas;

Metais Ferrosos: 21,0 a 30,0 % - 07 (sete) usinas;

Plástico: 21,0 a 30,0 % - 07 (sete) usinas;

Vidro: 11,0 a 20,0 % - 06 (seis) usinas;

Metais Nobres: 0,1 a 1,2 % - 12 (doze) usinas.

TABELA 5.5-A - PRODUÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NAS USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

USINAS	MATERIAS TRIADOS NAS USINAS EM %									QUANTIDADE PROCESSADA (t)	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
	PLÁSTICO		METAIS FERROSOS		METAIS NOBRES	VIDRO (CACO)	PAPEL	PAPELÃO	OUTROS		
	DURO	FILME	LATA	SUCATA							
ADAMANTINA SP	7,27	22,74	25,25	2.99	0,59	5,60	19,60	10,41	5,56	144,45	MAR-JUN/90
ARARAQUARA SP	15,48	2,02	34,53	1,90	1,16	11,46	20,13	13,31	-	1.393,96	1990-1991-1992
ARAUCÁRIA SP	28,57	-	-	35,71	-	14,29	21,43	-	-	*	*
IBIPORÃ PR	8,95	9,25	26,83	3,68	1,19	17,13	12,72	20,26	-	1.244,39	1991/1992 JAN-JUN/1993
IVOTI RS	8,78	18,21	12,88	-	0,40	7,79	20,27	31,08	0,13	75,33	MAI-JUN-JUL/1993
LENÇOIS PAULISTA SP	5,63	18,67	16,89	4,69	0,56	11,26	18,76	23,45	-	1.066,0	JAN-JUN/1993
MONTES CLAROS MG	10,25	19,26	14,03	3,13	0,36	27,51	25,47	-	-	231,67	JAN-JUN/1993
NOVA PRATA RS	6,28	3,94	24,18	-	0,06	15,31	28,71	21,52	-	120,05	MAI/1991-AGO/1992

OBS.: * INFORMAÇÃO NAO FORNECIDA PELA FONTE (OBLADEN et al., 1993)

(CONTINUA)

TABELA 5.5-A - (CONTINUAÇÃO)

USINAS	MATERIAS TRIADOS NAS USINAS EM %									QUANTIDADE PROCESSADA RECICLÁVEIS(t)	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
	PLÁSTICO		METAIS FERROSOS		METAIS NOBRES	VIDRO (CACO)	PAPEL	PAPELÃO	OUTROS		
	DURO	FILME	LATA	SUCATA							
NOVO HAMBURGO RS	11,97	13,66	21,98	-	0,46	8,60	43,38	-	-	910,73	MAR-ABR-JUN 1992
NOVO HORIZONTE SP	10,45	-	74,31	-	0,28	14,96	-	-	-	187,40	JAN-JUL/1991
OURINHOS SP	11,36	29,59	7,02	0,96	0,48	-	21,68	28,91	-	801,00	1991/1992
SÃO JOSE SC	7,45	24,57	29,34	2,01	1,40	8,78	26,47	-	-	79,76	MAR-MAI/1992
S. J. RIO PRETO SP	14,09	-	30,35	-	1,07	5,77	24,75	23,98	-	1.602,27	JAN-JUN/1992
SAQUAREMA RJ	18,24	6,08	9,12	15,81	0,91	37,69	3,04	9,12	-	164,50	JAN-JUL/93

OBS.: AS USINAS DE RECIFE-PE, ENCANTADO-RS, IJUÍ-RS E SANTA CRUZ DO RIO PARDO-SP NÃO DISPOE DAS INFORMAÇÕES SOBRE PRODUÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS.

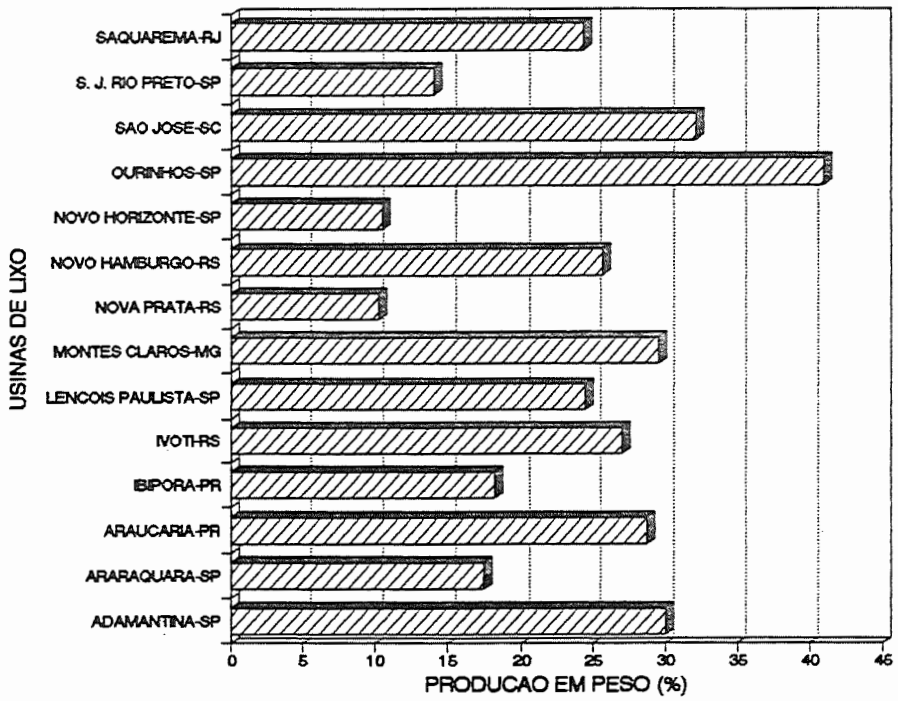


FIGURA 5.3 - Produção de Plástico nas Usinas de Pequeno e Médio Porte

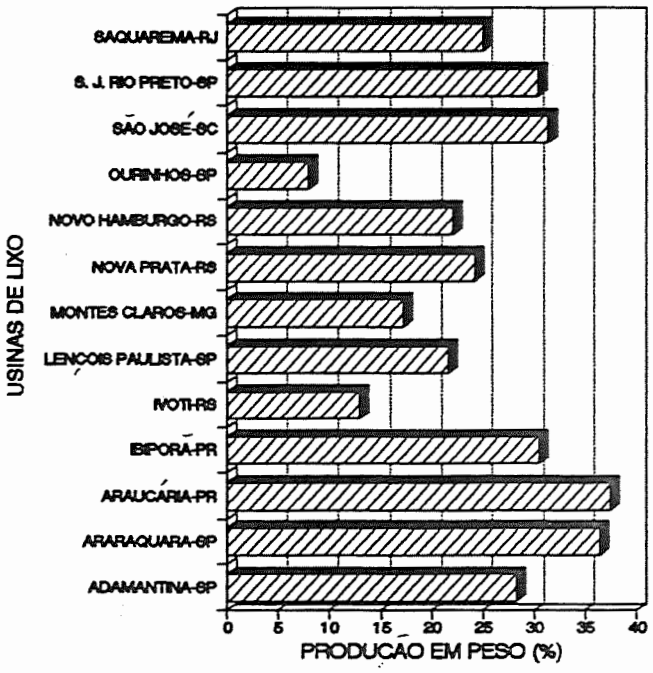


FIGURA 5.4 - Produção de Metais Ferrosos nas Usinas de Pequeno e Médio Porte

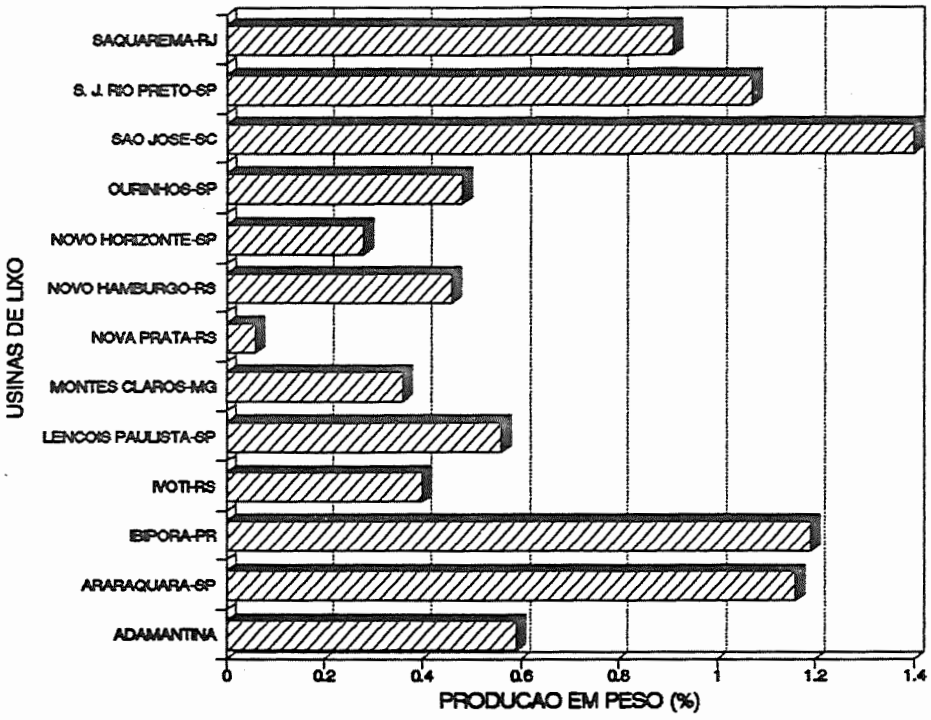


FIGURA 5.5 - Produção de Metais Nobres nas Usinas de Pequeno e Médio Porte

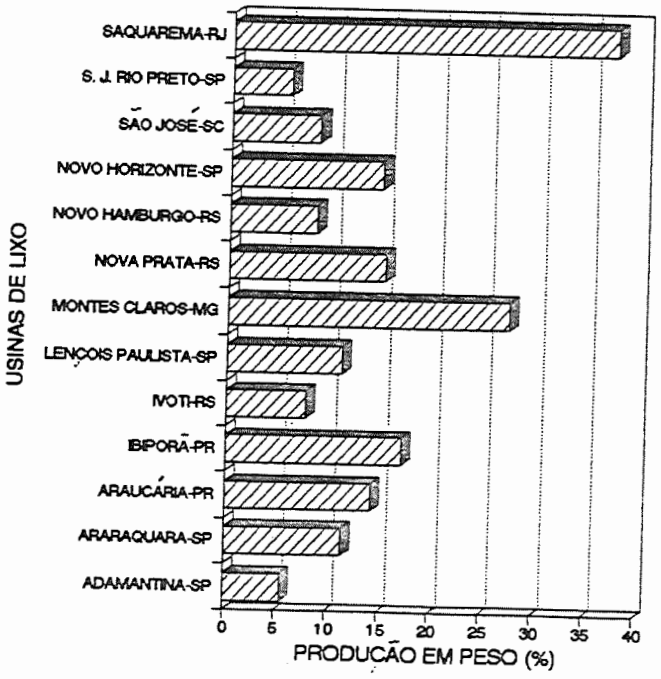


FIGURA 5.6 - Produção de Vidro nas Usinas de Pequeno e Médio Porte

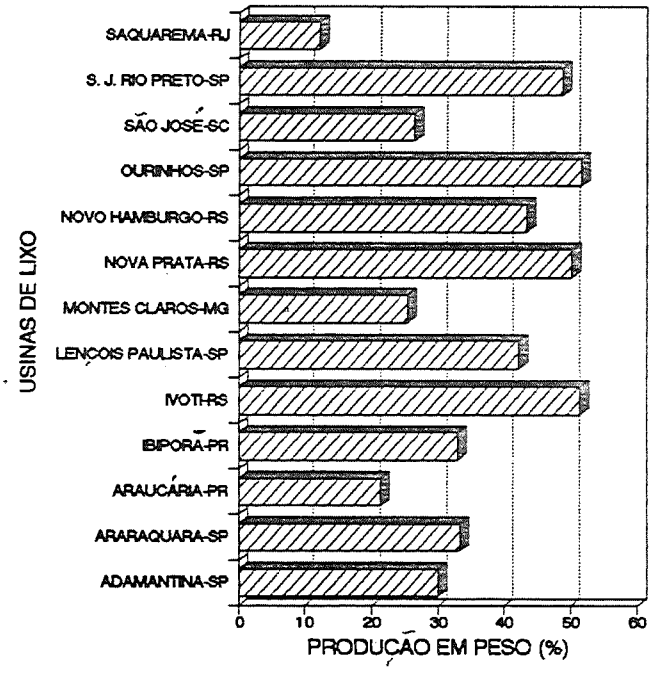


FIGURA 5.13 - Produção de Papel e Papelão nas Usinas de Pequeno e Médio Porte

5.5.2. USINAS DE GRANDE PORTE

Os percentuais de produção em peso de materiais recicláveis das Usinas de Grande Porte são apresentados na Tabela 5.5-B. A representação gráfica das produções de Plástico, Metais Ferrosos, Metais Nobres, Vidro, Papel e Papelão são mostradas nas Figuras 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 e 5.12, respectivamente.

Foram observadas as seguintes faixas de percentuais de produção de materiais recicláveis.

PLÁSTICO
10,0 a 20,0 %: 02 (duas) usinas
21,0 a 30,0 %: 01 (uma) usina;
acima de 30,0 %: 04 (quatro) usinas.

METAIS FERROSOS
10,0 a 20,0 %: 01 (uma) usina;
21,0 a 30,0 %: 02 (duas) usinas;
acima de 30,0 %: 04 (quatro) usinas.

METAIS NOBRES
0.4 a 0.8 %: 03 (três) usinas;
0.81 a 1.2 %: 02 (duas) usinas;
acima de 1.2 %: 02 (duas) usinas.

VIDRO
5,0 a 15,0 %: 06 (seis) usinas;
acima de 15,0: 01 (uma) usina.

PAPEL E PAPELÃO
0,0 a 10,0 %: 01 (uma) usina;
20,0 a 30,0 %: 04 (quatro) usinas.

Os principais materiais recicláveis em peso triados nas Usinas de Grande Porte são:

Metais Ferrosos: acima de 30,0 - 04 (quatro) usinas;
Plástico: acima de 30,0 - 04 (quatro) usinas;
Papel e Papelão: 20,0 a 30,0 % - 04 (quatro) usinas;
Vidro: 5,0 a 15,0 % - 06 (seis) usinas;
Metais Nobres: 0.4 a 0,8 % - 03 (três) usinas.

O Papel e o Papelão foram os materiais mais triados em peso nas Usinas de Pequeno e Médio Porte enquanto que nas Usinas de Grande Porte predominou a triagem dos Metais Ferrosos. Deve-se ressaltar que nas Usinas de Grande Porte existem correias eletro magnéticas acopladas a esteira de catação a qual facilita a triagem de Metais Ferrosos.

TABELA 5.5-B - PRODUÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NAS USINAS DE GRANDE PORTE

USINA	MATERIAIS RECICLÁVEIS TRIADOS EM %									QUANTIDADE RECICLÁVEIS TRIADOS(t)	PERIODO DE AMOSTRAGEM
	PLÁSTICO		METAIS FERROSOS		METAIS NOBRES	VIDRO	PAPEL	PAPELÃO	OUTROS		
	DURO	FILME	LATA	SUCATA							
BELO HORIZONTE MG	9,15	26,70	48,56	-	0,53	15,06	-	-	-	523,53	ABR-JUN/1992
BRASILIA/CEILANDIA DF	18,46		45,32	-	0,66	6,36	9,39	19,81	-	3.504,00	DEZ/1991-JUL/1992
CAJU RJ	13,04 *	15,04	31,84		1,68	14,44	23,07		-	3.387,47	JUN-OUT/1993
SAO MATHEUS SP	18,80	-	62,21	9,79	0,83	7,80	-	0,57 **	-	7.243,93	1989/1990 1991
SANTO ANDRE SP	36,67	6,61	14,86	3,41	1,36	24,88	-	9,07	3,14	1.467,00	1990
UBERABA MG	10,02	30,58	23,77	5,99	0,67	5,85	23,12		-	513,27	MAI-JUL/1992
VILA LEOPOLDINA SP	36,57	0,97 ***	20,03	4,81	0,88	11,49	-	25,25	-	9.743,42	1989/1990 1991 JAN-ABR/1992

* INCLUSO PET.

** PAPELÃO SOMENTE FOI TRIADO DURANTE O ANO DE 1989.

*** PLÁSTICO FILME SOMENTE FOI TRIADO NOS ANOS DE 1991 E JAN-ABR/1992.

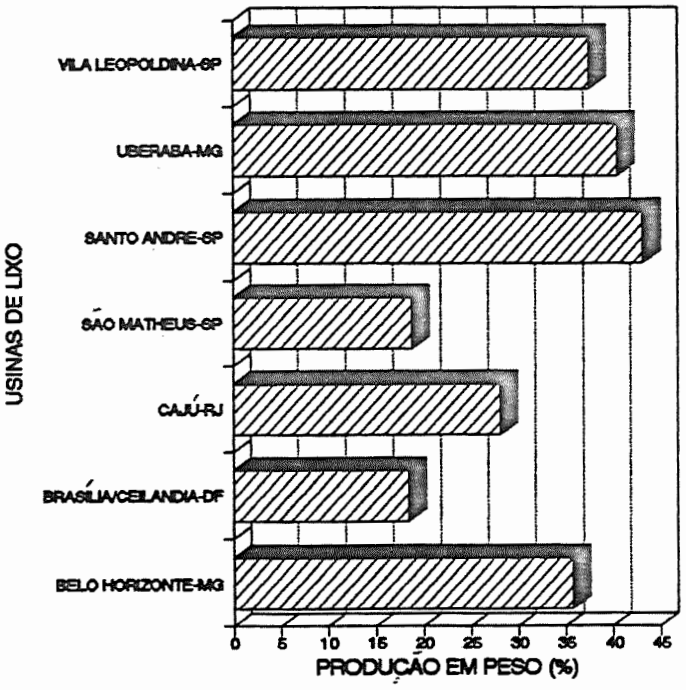


FIGURA 5.8 - Produção de Plástico nas Usinas de Grande Porte

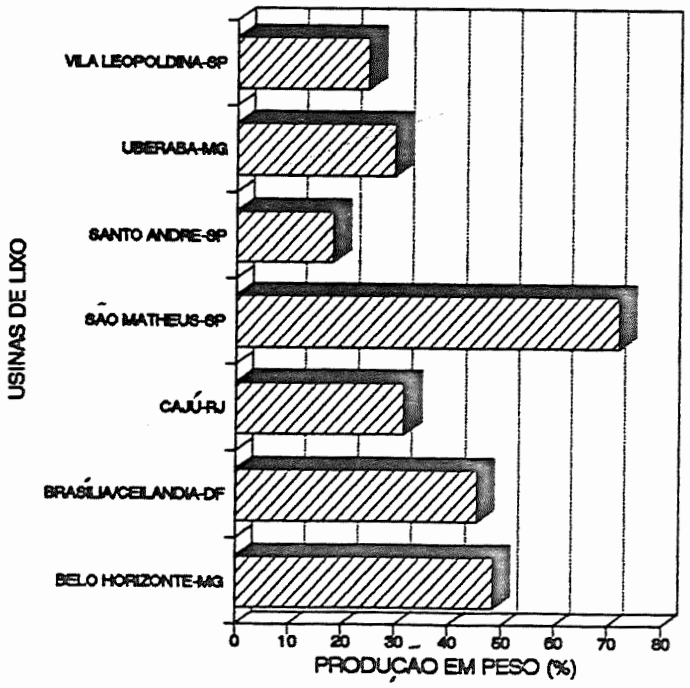


FIGURA 5.9 - Produção de Metais Ferrosos nas Usinas de Grande Porte

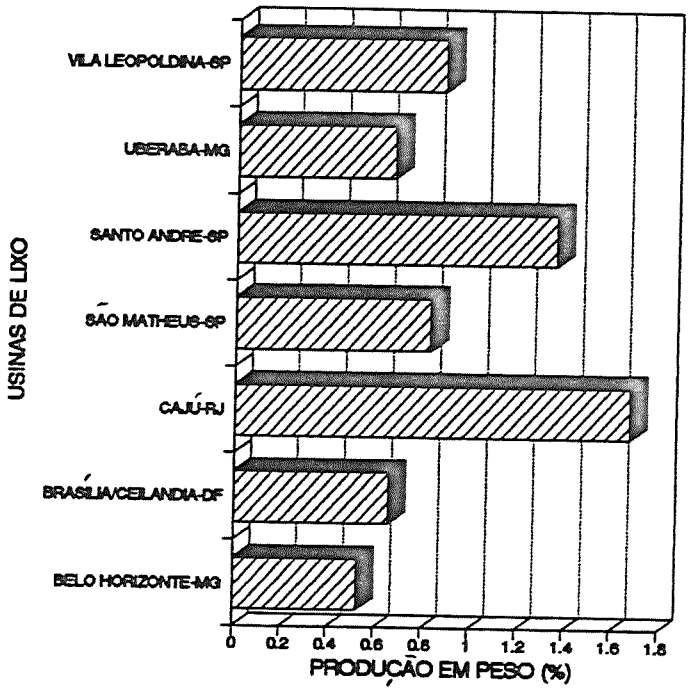


FIGURA 5.10 - Produção de Metais Nobres nas Usinas de Grande Porte

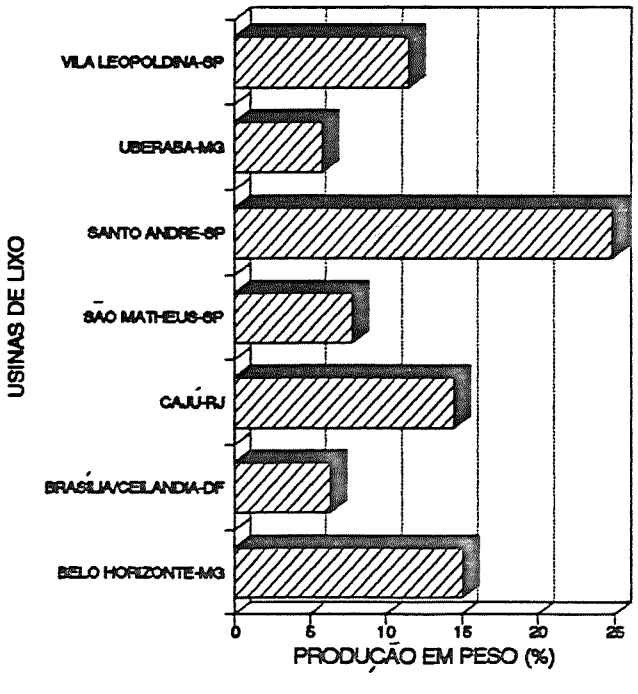


FIGURA 5.11 - Produção de Vidro nas Usinas de Grande Porte

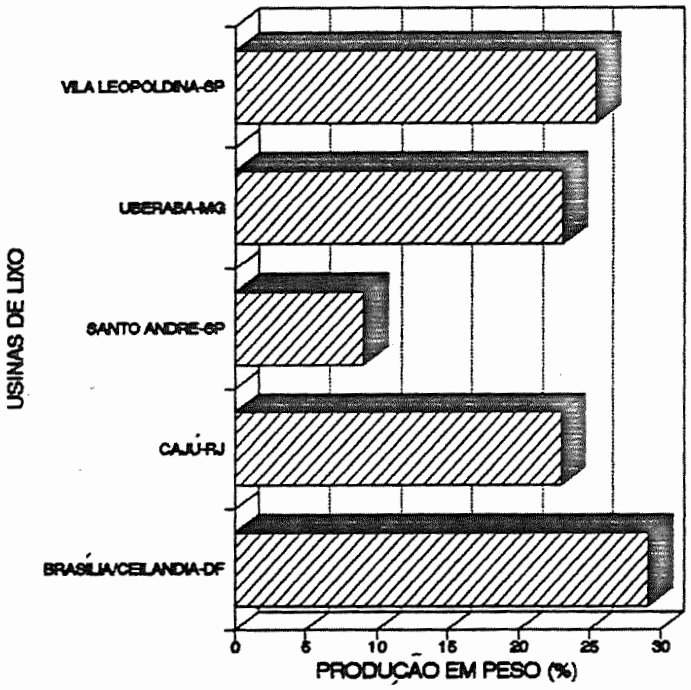


FIGURA 5.12 - Produção de Papel e Papelão nas Usinas de Grande Porte

5.6. INFORMAÇÕES PONTUAIS SOBRE USINAS DE LIXO

Em função da não devolução dos formulários por algumas usinas, somente foi possível obter informações sobre as mesmas, através de bibliografias e informações pontuais, tais como:

- Tipo de Sistema;
- Capacidade de Processamento;
- Data de inauguração, localização, área, número de funcionários, entre outras.

As informações ditas pontuais sobre estas usinas são mostradas na Tabela 5.6. Uma análise mais completa destes dados fica prejudicada pela exiguidade dos mesmos.

5.7. USINAS DESATIVADAS OU PARADAS

As usinas desativadas ou paradas listadas na Tabela 5.7 são operacionalizadas pelos seguintes sistemas:

PRÓPRIO ou SIMPLIFICADO: 03 (três) usinas;
SANECOM: 03 (três) usinas;
MAQBRIT: 02 (duas) usinas;
YOK: 02 (duas) usinas;
DANO: 02 (duas) usina.

Dentre as principais causas da desativação ou paralização destas usinas, destacam-se:

-Instalação em local inadequado: 06 (seis) usinas;
-Dívida da prefeitura com o fabricante: 01 (uma) usina;
-Problemas políticos: 01 (uma) usina.

Observa-se que a principal causa para desativação ou paralização destas usinas esta relacionada a instalação em local inadequado, causando problemas as populações vizinhas à área e ao meio ambiente.

TABELA 5.6 - INFORMAÇÕES PONTUAIS SOBRE USINAS DE LIXO

USINA	SISTEMA	CAPACIDADE PROCESSA-MENTO (t/d)	INFORMAÇÕES PONTUAIS
ANGRA DOS REIS RJ	PRÓPRIO	10,0 (t/h)	USINA AGUARDANDO INAUGURAÇÃO
ARRAIAL DO CABO RJ	PRÓPRIO	15,0	USINA NÃO MECANIZADA EXCETO PELA PENEIRA ROTATIVA. A CATAÇÃO OCORRE AO NÍVEL DO TERRENO
CARAZINHO RS	PRÓPRIO	40,0-60,0	POSSUEM 18 FUNCIONÁRIOS NA ESTEIRA DE CATAÇÃO, SENDO 08 SOMENTE PARA O REJEITO
CORDEIRO RJ	PRÓPRIO	2,0 (t/h)	USINA COM ESTEIRA DE CATAÇÃO
CORNELIO PROCOPIO PR	SANECOM	25-30	INAUGURADA EM 1985. POSSUEM 45 FUNCIONÁRIOS NA OPERAÇÃO. NÃO EXISTE TRATAMENTO P/ CHORUME
FRANCA SP	MAQBRIT	130,0	USINA COM PROBLEMAS DE ACUMULO NO PÁTIO DE COMPOSTAGEM
FRANCISCO BELTRÃO PR	PRÓPRIO	25,0	USINA COM ÁREA ÚTIL DE 3 Ha
IRAJÁ RJ	PRÓPRIO	30,0 (t/h)	TEVE SUA CAPACIDADE AMPLIADA DE 20 P/ 30 t/h. O PÁTIO DE COMPOSTAGEM LOCALIZA-SE A 10 KM DE DISTANCIA
JACAREPAGUÁ RJ	DANO	560,0 *	LOCALIZADA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO POSSUINDO 06 BIOESTABILIZADORES. FOI INAUGURADA EM 1993.
JUNQUEIRÓPOLIS SP	PRÓPRIO	10,0	TODO O LIXO COLETADO VAI P/ USINA. O LIXÃO ERA A DISPOSIÇÃO FINAL DO LIXO ANTERIOR A INSTALAÇÃO DA USINA.

OBS.: * CAPACIDADE NOMINAL DE PROCESSAMENTO

(CONTINUA)

TABELA 5.6 - (CONTINUAÇÃO)

USINA	SISTEMA	CAPACIDADE USINA (t/d)	INFORMAÇÕES PONTUAIS
JOÃO PESSOA PB	PRÓPRIO	20,0	-
JUIZ DE FORA MG	PRÓPRIO	-	INAUGURADA EM SET/1993
NATAL RN	SANECOM	75,0	INAUGURADA EM OUT/1993
SÃO JOÃO DO TRIUNFO PR	PRÓPRIO	-	-
PETRÓPOLIS - RJ (1 DISTRITO)	SANECOM	100,0	-
PETRÓPOLIS - RJ (PEDRO DOS RIOS)	SANECOM	150,0 *	-
VITÓRIA ES	MAQBRIT	320,0 *	INAUGURADA EM SET/1990

OBS.: * CAPACIDADE NOMINAL DE PROCESSAMENTO

TABELA 5.7 - USINAS DESATIVADAS OU PARADAS

USINA	SISTEMA	CAPACIDADE PROCESSA-MENTO (t/d)	CAUSAS
ARAPONGAS PR	SANECOM	80,0	INSTALADA EM 1988 MAS NÃO OPEROU DEVIDO INSTALAÇÃO EM LOCAL INADE-QUADO
BAL. CAMBORIÚ SC	PRÓPRIO	-	INSTALADA EM 1987 MAS NÃO OPEROU DEVIDO PROBLEMAS COM A VIZINHANÇA
BELEM PA	DANO	150,0	-
CAXIAS DO SUL RS	PRÓPRIO	150,0	INSTALAÇÃO EM LOCAL INADEQUADO NÃO ATENDENDO CRITÉRIOS DO OR-GÃO AMBIENTAL(FEPAM)
CONCEIÇÃO DO MACABU-RJ	PRÓPRIO	2.0	USINA DESATIVADA EM 1991
JACAREÍ SP	MAQBRIT	100,0	INSTALAÇÃO EM LOCAL INADEQUADO
LINS SP	YOK	-	USINA NÃO INSTALADA ESTANDO SEUS EQUIPAMENTOS DETERIORANDO NA GARAGEM DA PREFEITURA
MARINGA PR	SANECOM	80,0	INSTALADA EM 1987 MAS NÃO OPEROU DEVIDO A PROBLEMAS POLÍTICOS. PRE-VISTA REINAUGURAÇÃO PARA NOV/93.
PIRAJÚ SP	YOK	-	INSTALAÇÃO EM LOCAL INADEQUADO TENDO FUNCIONAMENTO PROIBIDO PE-LA SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
SANTOS DUMONT MG	MAQBRIT	-	INSTALADA MAS NÃO ESTA EM OPERA-ÇÃO DEVIDO A UMA DÍVIDA DA PREFEI-TURA COM O FABRICANTE DA USINA
S. J. DOS CAMPOS SP	DANO	-	USINA DESATIVADA DESDE 1987
UNIÃO DA VITÓRIA PR	SANECOM	-	USINA INSTALADA EM 1986 FECHANDO EM 1988 POR PROBLEMAS COM A VIZI-NHANCA

6. CONCLUSÕES

O levantamento efetuado durante o transcorrer do presente trabalho, permitiu que se tirassem algumas conclusões que visam contribuir para a aplicação da técnica de usinas de reciclagem e compostagem no Brasil, e para que possa ser avaliado o seu real potencial de utilização.

A análise e o estudo dos dados e informações apresentados neste trabalho, permite concluir que:

— A Usina de Reciclagem e Compostagem deve ser entendida como uma etapa intermediária em um sistema integrado de resíduos sólidos. A Usina gera produtos e sub-produtos que devem ter uma destinação final adequada. Portanto, deve haver um planejamento integrando a coleta domiciliar, funcionamento da Usina e mercado de recicláveis e composto, para que se tenha uma operação otimizada desse sistema.

— No Brasil existem cerca de 71 (setenta e uma) usinas de reciclagem e compostagem de lixo, segundo levantamento elaborado pelo autor e apresentado no Anexo I. Destas usinas, 12 (doze) estão paradas ou desativadas, cuja causa predominante está relacionada à instalação das mesmas em locais inadequados.

As 71 (setenta e uma) usinas de lixo no país são pertencentes aos seguintes sistemas:

Próprio ou Simplificado: 29 (vinte e nove) usinas;
SANECOM: 12 (doze) usinas;
MAQBRIT: 09 (nove) usinas;

DANO: 08 (oito) usinas
YOK: 04 (quatro) usinas;
STOLLMEIER: 04 (quatro) usinas;
TRIGA: 03 (três) usinas;
BECCARI: 01 (uma) usina;
CETESB: 01 (uma) usina;

Com relação a localização, as usinas de lixo no país estão situadas principalmente nas regiões Sudeste e Sul, nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Paraná. A localização das usinas por região e por Estado é mostrada a seguir:

REGIÃO NORTE: 01 (uma) usina;
Pará: 01 (uma) usina;

REGIÃO CENTRO OESTE: 02 (duas) usinas;
Distrito Federal: 02 (duas) usinas;

REGIÃO NORDESTE: 03 (três) usinas;
Paraíba: 01 (uma) usina;
Pernambuco: 01 (uma) usina;
Rio Grande do Norte: 01 (uma) usina;

REGIÃO SUDESTE: 40 (quarenta) usinas;
Espírito Santo: 01 (uma) usina;
Minas Gerais: 07 (sete) usinas;
Rio de Janeiro: 11 (onze) usinas;
São Paulo: 21 (vinte e uma) usinas;

REGIÃO SUL: 25 (vinte e cinco) usinas;
Paraná: 08 (oito) usinas;
Santa Catarina: 04 (quatro) usinas;
Rio Grande do Sul: 13 (treze) usinas.

— A falta de qualidade dos produtos da maioria das usinas cria condições para descrédito desses sistemas. Diversos aspectos podem estar relacionados às causas deste problema, entre os quais:

. Alto teor de impurezas nos materias recicláveis e composto orgânico originados da mistura e trituração dos mesmos durante a coleta regular;

. Mão-de-obra desqualificada para a separação e classificação dos materiais na esteira de catação;

. Falta de equipamentos adequados para operação dos sistemas. Algumas usinas, vide usinas de grande porte, apresentam concepção tecnológica para países do 1° mundo;

. Usinas com idades avançadas e com capacidades reais de processamento acima das capacidades nominais;

. Falta de manutenção preventiva nos equipamentos.

— Como consequências da falta de qualidade dos produtos das usinas, tem-se:

- Preços dos materiais recicláveis cotados abaixo do mercado;

. Falta de compradores para diversos materiais, principalmente o plástico filme;

. Dificuldade de aceitação do composto por pequenos agricultores. Isto acaba resultando em seu acúmulo no pátio da usina;

. Riscos de contaminação por patógenos e/ou metais pesados quando da utilização do composto para fins agriculturáveis;

. Descrédito nas usinas, como opção para tratamento dos resíduos sólidos domiciliares.

— Necessidade de uma política governamental que:

. Crie incentivos fiscais às indústrias que utilizem materiais recicláveis como matéria-prima;

. Especifique uma legislação própria para o composto orgânico com suas reais características físicas e químicas;

. Modifique os conceitos de propriedade do lixo, facilitando assim a sua comercialização por parte das municipalidades;

. Retire da informalidade o mercado da reciclagem;

. Estabeleça uma normalização para classificação das diferentes categorias de materiais recicláveis.

— Adoção de alternativas que visem a diminuição da produção de rejeitos nas usinas de lixo, entre as quais:

. Implantação de coleta seletiva de lixo nas rotas alimentadoras das usinas;

. A população deve ser orientada a acondicionar materiais orgânicos e inorgânicos em recipientes diferentes mesmo que a coleta de lixo seja regular;

. Aproveitamento do trabalho dos catadores e carrinheiros de lixo na esteira de catação das usinas. Esses profissionais são extremamente qualificados para este tipo de serviço;

Utilização nas rotas de coleta das usinas de veículos coletores sem mecanismo de trituração;

. Obrigatoriedade da coleta diferenciada dos resíduos dos serviços de saúde.

Portanto, a luz dessas conclusões obtidas na prática, deve-se proceder a uma avaliação caso a caso quando se optar por este tipo de sistema para tratamento de resíduos sólidos domiciliares.

7. RECOMENDAÇÕES

São recomendadas algumas atividades que podem ser desenvolvidas, relacionadas com o presente trabalho:

1) Estudo das condições de insalubridade dos trabalhadores de uma usina de lixo, avaliando-se os seguintes aspectos:

1.1) Utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI);

1.2) Adequação dos EPI ao tipo de trabalho da usina. Por exemplo, observar se as luvas são apropriadas aos materiais ás vezes cortante, triados na esteira de catação;

1.3) Inalação de gases pelos trabalhadores;

1.4) Avaliação dos níveis de ruído;

1.5) Riscos de contaminação por patógenos no contato dos trabalhadores com o lixo e o composto.

2) Estudos relacionados com a compostagem:

2.1) Avaliação da produção de percolado nas leiras (m^3/m^3 leira) e das características físicas, químicas e biológicas do mesmo nas diferentes fases da compostagem e considerando-se as condições climáticas;

2.2) Forma de tratamento do líquido percolado e seu sistema de drenagem;

2.3) Avaliação da perda de volume da matéria orgânica por volatilização durante as diferentes fases da compostagem.

3) Estudo relativo aos equipamentos das usinas. Otimização e remodelação principalmente dos seguintes equipamentos: veículo coletor, peneira, moinho, cortador de sacos.

4) Avaliação econômica das Usinas de Reciclagem e Compostagem segundo seus diferentes sistemas de operação.

5) Estudo de Avaliação de Impacto Ambiental das Usinas de Reciclagem e Compostagem sob as condições atuais de operação no país.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1991. 460 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA. Norma da ABNT para coleta de Resíduos Sólidos - Classificação. 41. ed. São Paulo, 1993. p. 21-4.

___. Usina de reciclagem e compostagem de lixo domiciliar - Jacarepaguá-RJ. 40.ed. São Paulo, 1993. p.29.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR - 10.004 - Resíduos sólidos - classificação. São Paulo, 1987, 63 p.

AMAZONAS, M. Compostagem do lixo urbano, projeto reciclagem Revista: São Paulo, v.2, 1990,p.20-3.

BEYEA J., DECHANT, L., JONES, B.,et al. Composting plus recycling equals 70 percent diversion. Biocycle, v.27, p.46-7, 1992.

BLEY JUNIOR, C. Usinas de lixo no Brasil: gerenciamento e perspectivas. Limpeza Pública, São Paulo, v.40, p. 11-9, 1993.

CAMARGO, M. I.. O luxo do lixo. Isto é Senhor, v. 40, p. 11-9, 1991.

CARIOCA ENGENHARIA, Processo tecnológico de ponta. Limpeza Pública, v.38, p.15, 1992.

CASTRO, A. L. F. Reciclagem do vidro no Brasil. In: ENCONTRO DE PREFEITOS DE METRÓPOLES LATINO-AMERICANAS SOBRE GESTÃO DE RESÍDUOS, 1, Doc 4, São Paulo, 1991. 2p.

ECO-TÉCNICA. É isto que acontece com o lixo em seu município?. Botucatu, 1991. (Folder)

EIGENHEER, E. M., FERREIRA, J. A., SERTÃ, F. A. R., Experiência piloto de coleta seletiva de lixo. Engenharia Sanitária, v. 25, n. 3, p. 355-57, 1986.

ENTERPA ENGENHARIA. Usina de reciclagem e compostagem de lixo domiciliar. São Paulo, s.d. 4p.

FUNDAÇÃO IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 1992. p. 79.

GALVÃO JUNIOR, A. C., SCHALCH, V. Usinas de Reciclagem e Compostagem: Operação e Meio Ambiente. (filme-vídeo). Produção CETEPE, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 1993a, 1 cassete VHS, 13 min, color, som.

___. Diagnóstico técnico ambiental de usinas de reciclagem/compostagem no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993a, Natal.. Anais. Natal:ABES, 1993b. v.2, tomo 3, p.320-9.

___. Usinas de Reciclagem e Compostagem: Operação e Meio Ambiente. (filme-vídeo). Produção CETEPE, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 1993b, 1 cassete VHS, 13 min, color, som.

GOUNDOUR, R.. Recessão pode comprometer ciclo do papel. Folha de São Paulo, São Paulo,10 dez. 1990. Negócios, p. 4.

GOLUEKE, C. G. Bacteriology of composting. Biocycle, v. ,p. 55-7, 1992.

GOLUEKE, C. G., DIAZ, L. F., Understanding the Basics of Composting, Biocycle, v. ,p.50-6, 1990.

GOVERNO DO BRASIL. Ministério da Ação Social. O que é preciso saber sobre limpeza urbana. Rio de Janeiro, 1991. 128p.

HOLANDA, A. B., Novo dicionário da Língua Portuguesa. São Paulo: Nova Fronteira, 1992. p. .

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. Coletânea de Legislação Ambiental Federal. Portaria N° 053, 01 Março 1979. Brasília, 1979. p. 247-9.

LIMA, L. M. Q., Lixo e poluição. In: ___. Tratamento do lixo. 2. ed. São Paulo: Hemus, 1991. p. 29-43.

___. Compostagem. In:___. Tratamento de Lixo. 2. ed. São Paulo: Hemus, 1991. p. 71-116.

KIEHL, E. J., Compostagem. In:___. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres , 1985. p. 229-308.

___. Métodos de amostragem de lixo e composto e interpretação dos resultados analíticos. Limpeza Pública, v. , p. 3-7, 1987.

LINDENBERG, R. C. Compostagem. In: Fuzaro, J. A. et al. Resíduos sólidos domésticos: tratamento e disposição final. São Paulo: CETESB, 1991. v.1, p. 13-73.

LINDENBERG, R. C., Situações encontradas em usinas de compostagem. Limpeza Pública, v. 38, p. 75-7, 1992.

LOPES, W. J. A reciclagem do papel. Limpeza Pública, V. 40, p. 20-3, 1993.

MAQBRIT. Usinas de tratamento de lixo. São Paulo. 4 p., s.d. (Folder).

MAU Cheiro de usina de lixo deixa moradores irritados. Estado de São Paulo, São Paulo, 19 ago. 1993. Cidade, p.4.

MESQUITA, C., Surgem os materiais alternativos que não agridem o Meio Ambiente. Jornal da USP, São Paulo, 11-17 maio 1992. p. 9.

MORAES, S. P., Relato preliminar da visita de investigação a cidade com propostas de reciclagem de resíduos sólidos domiciliares, durante os meses de janeiro e fevereiro de 1991. In: LIXOTUR. Brasília, 1991. 18 p. (mimeogr.)

MUÇOUÇAH, P. S. , A coleta seletiva de lixo. Inovação Tecnológica. São Paulo: Graphos, 1991. 36 p.

NELS, CRISTIAN. Waste Minimization. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GESTÃO E TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS, 1, doc. 3, São Paulo, 1991, 28p.

OBLADEN, N. L. , CHACOROWSKI JUNIOR, F., RUCINSKI, E. J. Reciclagem dos resíduos sólidos urbanos na região metropolitana de Curitiba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993, Natal. Anais...Natal: ABES, 1993. v.2, tomo 3,1993 p.311-9.

PEREIRA NETO, J. T. CASTILHOS JUNIOR, A. B., OLIVEIRA, S. M. L. Resíduos urbanos domiciliares: um paradoxo da sociedade moderna. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993, Natal, Anais...Natal:ABES,1993. v.2, tomo 3,1993.p 311-9.

Luiz Edmundo Horta Barbosa da Costa Leite.

PEREIRA NETO, J. T., Compostagem de resíduos sólidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 1, 1991, Campinas: UNICAMP, 8 p.

___. Conceitos modernos de compostagem. Engenharia Sanitária, v. 28, n.2, p. 104-9, 1989.

___ Maturação de compostos orgânicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993, Natal, Anais...Natal:ABES, 1991. v.2, tomo 3, p.320-9.

PEREIRA NETO, J. T., STENTIFORD, E. I., Aspectos Epidemiológicos da Compostagem. BIO, Rio de Janeiro, v.3, p. 1-8, 1992.

REZENDE, A. A. P., PEREIRA NETO, J. T., Estudo e avaliação da eficiência de uma usina DANO de compostagem: processo de triagem. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993, Natal, Anais...Natal: ABES, 1993. v.2, tomo 3, 1993. p 277-287.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Manual de Orientação EIA/RIMA. São Paulo, 1990, p. 11-4.

SCHALCH, V., REZENDE, M. O. O. O processo dè compostagem de lixo e sua relação com a qualidade do adubo formado. BIO, v.3,n.4, p.44-7, 1992.

SCHALCH, V., LEITE, W. C. A., GOMES, L. P., Gerenciamento de resíduos sólidos. Goiânia: ABES, 1990. 227 p. (mimeogr.).

VALENTE, C. F. et al. Normas da ABNT para Coleta de Resíduos Sólidos - Classificação. Limpeza Pública, N. 41, São Paulo, 1993, p. 21-4.

9. ANEXOS

ANEXO I - USINAS DE LIXO NO BRASIL

USINAS	SISTEMA	USINAS	SISTEMA
ADAMANTINA-SP	PRÓPRIO	JUNQUEIRÓPOLIS-SP	PRÓPRIO
ANGRA DOS REIS-RJ	PRÓPRIO	LINS-SP	YOK
ARAPONGAS-PR	PRÓPRIO	LENÇOIS PAULISTA-SP	MAQBRIT
ARARAQUARA-SP	SANECOM	MARINGÁ-PR	SANECOM
ARARAS-SP	MAQBRIT	MONTES CLAROS-MG	MAQBRIT
ARRAIAL DO CABO-RJ	PRÓPRIO	NATAL-RN	SANECOM
ARAUCÁRIA-PR	YOK	NOVA FRIBURGO-RJ	PRÓPRIO
ASSIS-SP	SANECOM	NOVA PRATA-RS	PRÓPRIO
BAGÉ-RS	PRÓPRIO	NOVO HAMBURGO-RS	PRÓPRIO
BAL. CAMBORIÚ-SC	SANECOM	NOVO HORIZONTE-SP	CETESB
BELÉM-PA	DANO	OURINHOS-SP	SANECOM
BELO HORIZONTE-MG	DANO	OSVALDO CRUZ-SP	STOLLMEIER
BRASÍLIA-DF	DANO	PETRÓPOLIS-RJ (02)	SANECOM
CARAZINHO-RS	PRÓPRIO	PIRAJÚ-SP	YOK
CAJÚ-RJ	TRIGA	PIRATINI-RS	PRÓPRIO
CAXIAS DO SUL-RS	PRÓPRIO	RECIFE-PE	BECCARI
CEILÂNDIA-DF	TRIGA	SÃO JOSÉ-SC	SANECOM
CERROLAGO-RS	PRÓPRIO	S. JOÃO DO TRIUNFO-PR	PRÓPRIO
CONC. DO MACABU-RJ	PRÓPRIO	TURVO-SC	STOLLMEIER
CORDEIRO-RJ	PRÓPRIO	SALTO-SP	YOK
CORNÉLIO PROCÓPIO-PR	SANECOM	SÃO JOSÉ RIO PRETO-SP	PRÓPRIO
ENCANTADO-RS	STOLLMEIER	SÃO J. DOS CAMPOS-SP	DANO
FRANCA-SP	MAQBRIT	SÃO LEOPOLDO-RS	SANECOM
FRANCISCO BELTRÃO-PR	SANECOM	SÃO MATHEUS-SP	DANO
GARIBALDI-RS	PRÓPRIO	SANTA C. R. PARDO-SP	SANECOM
IBIPORÃ-PR	PRÓPRIO	SANTO ANDRÉ-SP	DANO
IJUÍ-RS	PRÓPRIO	SANTOS DUMONT-MG	MAQBRIT
IRAJÁ-RJ	PRÓPRIO	SAQUAREMA-RJ	PRÓPRIO
ITAPIRANGA-SC	STOLLMEIER	UBERABA-MG	TRIGA
IVOTI-RS	PRÓPRIO	UBÁ-MG	MAQBRIT
JACAREPAGUÁ-RJ	DANO	UNIÃO DA VITÓRIA-PR	PRÓPRIO
JACAREÍ-SP	MAQBRIT	URUGUAIANA-RS	PRÓPRIO
JACUPIRANGA-SP	PRÓPRIO	VARGINHA-MG	MAQBRIT
JOÃO PESSOA-PB	PRÓPRIO	VILA LEOPOLDINA-SP	DANO
JUIZ DE FORA-MG	PRÓPRIO	VITÓRIA-ES	MAQBRIT

USINAS DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM DE LIXO

ANEXO II - FOTOS

FOTO N° 1 - Bioestabilizador da Usina de Brasília-DF (Sistema DANO)

FOTO N°2 - Saída do Composto para o Pátio de Compostagem da Usina de Brasília-DF

FOTO N° 3 - Higienizador da Usina de Ceilândia-DF (Sistema TRIGA)

FOTO N° 4 - Pátio de Compostagem da Usina de Ceilândia-DF

FOTO N° 5 - Recepção do Lixo da Usina de São José-SC (Sistema SANECOM)

FOTO N° 6 - Esteira de Catação da Usina de São José-SC

EESC • USP
Biblioteca
CAMPUS DE S. CARLOS

FOTO N° 7 - Moinho de Trituração e Pátio de Compostagem da Usina de São José-SC

FOTO N° 8 - Fosso de Recepção da Usina de Varginha-MG (Sistema MAQBRIT)

FOTO N° 9 - Esteira de Catação e Moinho de Trituração da Usina de Varginha-MG

FOTO N° 10 - Esteira de Catação da Usina de Piraju-SP (Sistema YOK)

FOTO N° 11 - Catação dos Recicláveis na Leira de Compostagem da Usina de Novo Hamburgo-RS (Sistema Próprio ou Simplificado)

FOTO N° 12 - Peneiramento do Composto da Usina de Novo Hamburgo-RS

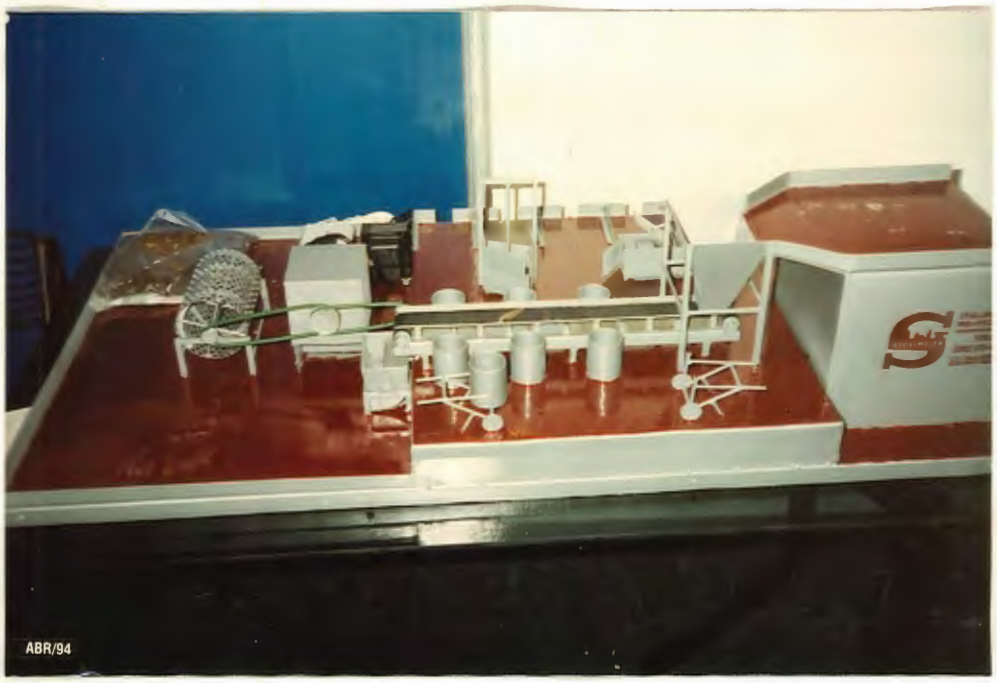


FOTO N° 13 - Maquete da Usina do Sistema STOLLMEIER

ANEXO III - FORMULÁRIO

USINA DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM DE LIXO

I. INFORMAÇÕES PRELIMINARES

1. Contato:_____
Empresa/Entidade:_____
Endereço:_____
Tel.: _____Fax.: _____

2. Qual a forma de tratamento/disposição final dos resíduos sólidos domésticos anterior a instalação da usina (marcar com um X)
   ( ) Aterro Sanitário
   ( ) Lixão
   ( ) Incineração
   ( ) Outros: _____

3. Quantidade de resíduos sólidos domésticos coletados no municipio: _____ t/d
   Desta quantidade coletada, quantas toneladas diárias são processadas na usina de lixo: _____t/d

4. Quais os tipos de veículos utilizados na coleta domiciliar (marcar com um X)
   ( ) Cuca
   ( ) Colecom
   ( ) Sita
   ( ) Vega-Sopave
   ( ) Outros:_____

5. Existe balança na entrada da usina: ( )Sim ( )Não

6. Data da inauguração: _____/ _____/____Sistema da Usina: _____
   Capacidade Nominal de Processamento: _____

II. OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DA USINA

1. Descrição suscinta das operações:

2. Porcentagem de rejeito gerado no processamento do lixo e sua destinação final:

3. Quantidade de funcionários na operação da usina:

OPERAÇÃO UNITÁRIA	QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS
Recepção	
Esteira de Catação	
Moinho	
Pátio de Compostagem	
Peneiramento	
Manutenção	
Administração	
Outros	

4. Quantidade de funcionários que manipulam cada material na esteira de catação:

TIPO DE MATERIAL	QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS
Papel	
Papelão	
Plástico Duro	
Plástico Filme	
Latas	
Alumínio	
Vidro	
Rejeitos	
Outros	

5. Áreas do pátio de compostagem, Depósitos e da Usina. Existe alguma área verde dentro da usina e/ou ao redor dela:

6. Monitoramento das leiras e parâmetros medidos (umidade, temperatura, pH e relação C/N). Quem realiza este monitoramento e qual a freqüencia?

7. Tempo de Cura da Matéria Orgânica e frequência de revolvimento das leiras. Quais os equipamentos utilizados nesta operação?

Obs.: Para as usinas operadas com sistemas DANO e TRIGA, foram acrescentadas as seguintes perguntas neste ítem:

- Quantidade de bioestabilizadores (DANO) e higienizadores (TRIGA) na usina;
- Tempo de detenção da matéria orgânica no bioestabilizador ou higienizador.

8. Dimensões das leiras e seus formatos nas diferentes fases do processo de compostagem:

_____
_____
_____
_____

9. Sistema de tratamento do percolado (chorume) das leiras:

_____
_____
_____
_____

10. Tipo de peneira e malha para o refino do composto:

_____
_____
_____

11. Problemas de rotina relativos as operações unitárias da usina:

Recepção:_____
_____
_____
_____

Esteira:_____
_____
_____
_____

Moinho:_____
_____
_____
_____

Pátio:_____
_____
_____
_____

Peneira:_____
_____
_____
_____

Tratamento do Percolado (Chorume):

Comercialização dos Recicláveis:

Comercialização do Composto

Disposição Final dos Rejeitos:

12. Qual o tipo de manutenção realizada na usina? Quais os equipamentos que mais danificam? Existem garantias do fabricante:

13. Balanço de produção anual de materiais recicláveis, composto e rejeitos:

BALANÇO DE PRODUÇÃO ANUAL DA USINA

MATERIAL RECICLÁVEL	CATEGORIA	PRODUÇÃO(KG) 1991	PRODUÇÃO(KG) 1992	PRODUÇÃO(KG) 1° SEM. 1993
PLÁSTICO	FILME			
	DURO			
METAL	LATA			
	FERRO(SUCATA)			
	ALUMINIO DURO			
	ALUM. FLEXÍVEL			
	COBRE			
VIDRO	CACO			
	GARRAFA			
PAPEL				
PAPELÃO				
TRAPO				
OUTROS				
COMPOSTO				
REJEITO				
TOTAL				

AUTORIZO A UTILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE FORMULÁRIO NA DISSERTAÇÃO DO ENG. ALCEU DE CASTRO GALVÃO JUNIOR E PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS.

DATA:

ASSINATURA:

FUNÇÃO:

ANEXO IV - DEFINIÇÃO DE TERMOS

ATERRO SANITÁRIO: Processo de disposição na terra do lixo coletado, sem causar moléstia nem perigo à saúde pública ou à segurança sanitária. Consiste na utilização de métodos de engenharia para confinar os despejos em uma área, a menor possível, reduzí-los a um volume mínimo e cobrí-lo com uma camada de terra diariamente após a jornada de trabalho, ou em períodos mais freqüentes, caso seja necessário (FUNDAÇÃO IBGE, 1992).

BIOESTABILIZADOR: São unidades fechadas de bioestabilização, que funcionam como uma célula catalizadora que ativa a fase inicial do processo de compostagem (onde o tempo de residência é, em média, três a quatro dias) (PEREIRA NETO & STENTIFORD, 1992).

CHORUME (ou LÍQUIDO PERCOLADO): É um líquido de cor negra originado da umidade do lixo, água da constituição de vários materiais ou proveniente da dissolução de matéria orgânica expelidas pelas bactérias (LUZ apud LIMA, 1991).

COLETA SELETIVA DE LIXO: Coleta de materiais previamente separados nas residências (EIGENHER et al., 1986).

COLETA REGULAR: É realizada pela municipalidade e corresponde à remoção de lixo domiciliar, comercial e indústrias de pequeno porte (SCHALCH et al., 1990).

COMPOSTAGEM: Processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma colônia mista de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira, quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas predominantemente termofílicas, a segunda, ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação (PEREIRA NETO, 1989).

COMPOSTO: Produto homogêneo obtido através de processo biológico, pelo qual a matéria orgânica existente nos resíduos é convertida em outra, mais estável pela ação principalmente de microrganismos já presentes no próprio resíduo, ou adicionados por meio de inoculantes (LINDENBERG, 1990).

HIGIENIZADOR: Estrutura de concreto onde realiza-se o tratamento biológico da matéria orgânica nas usinas com tecnologia TRIGA. A oxigenação da matéria orgânica ocorre no interior do higienizador, que após 4 (quatro) dias de detenção, é encaminhado ao pátio de cura para maturação (Carioca Engenharia, 1992)

LIXÃO: Disposição final do lixo pelo seu lançamento em bruto sobre o terreno sem qualquer cuidado ou técnica especial (FUNDAÇÃO IBGE, 1992)

PLÁSTICO DURO: Plásticos pertencentes as seguintes categorias: PVC, Polietileno de alta densidade, PET (GOVERNO DO BRASIL, 1991)

PLÁSTICO FILME: Plástico pertencente a familia do polietileno de baixa densidade (GOVERNO DO BRASIL, 1991)

PRODUTOS (DE UMA USINA DE LIXO): Materiais recicláveis e composto.

RECICLAGEM:Ato ou ação de recuperar os resíduos e transformá-los, através de processos físicos, como peneiramento, lavagem, prensagem, enfardamento, etc, em produtos capazes de serem utilizados novamente (LIMA, 1988).

REJEITO: Materiais impróprios para a reciclagem ou com pouco valor comercial separados dos materiais recicláveis em uma usina na recepção do lixo, esteira de catação e peneira (GALVÃO JUNIOR & SCHALCH, 1993a).

RESÍDUOS SÓLIDOS:Aqueles resultantes de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição e agrícola. Ficam incluídos nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e outros, gerados em equipamentos de instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede de esgotos, corpos de água ou exijam, para isto, soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível no momento (ABNT, 1987).

SUB-PRODUTOS (DE UMA USINA DE LIXO): Rejeitos, líquidos percolados, odores e vetores.

VEÍCULO COLETOR COMPACTADOR: Veículo de carroceria fechada, contendo dispositivo mecânico ou hidráulico que possibilite a distribuição e compressão dos resíduos no interior da carroceria e sua posterior descarga (VALENTE et al., 1993)