

M^o no 349 REPIDISCA

ASPECTOS OPERACIONAIS DAS ESTAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO BRASIL

Eng^a Civil HERLANE DOS SANTOS COSTA

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos, da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do
Título de Mestre em Engenharia Civil.

hidráulica e saneamento

Orientador: Prof. Dr. EDSON MARTINS DE AGUIAR

DEDALUS - Acervo - EESC



31100017008



São Carlos

1998

Class. T656-6630
Cuti. 9675
e. 1
Tombo T 0030190

31100017008

st 0949469

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

C837a Costa, Herlane dos Santos
Aspectos operacionais das estações de
transferência de resíduos sólidos domiciliares no
Brasil / Herlane dos Santos Costa. -- São Carlos,
1998.


Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1998.
Área: Hidráulica e Saneamento.
Orientador: Prof. Dr. Edson Martins de Aguiar.

1. Resíduos sólidos domiciliares. 2. Estação de
transferência. 3. Aspectos operacionais de
estações de transferência. I. Título.

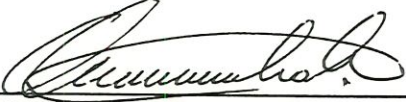
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Engenheira **HERLANE DOS SANTOS COSTA**


Dissertação defendida e aprovada em 23-3-1998
pela Comissão Julgadora:



Prof. Doutor **EDSON MARTINS DE AGUIAR (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **VALDIR SCHALCH**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **RENATO VAIRO BELHOT**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Titular **FAZAL HUSSAIN CHAUDHRY**
Coordenador da Área de Hidráulica e Saneamento



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

MEMORANDUM FOR THE RECORD

DATE: 10/15/54

TO: SAC, NEW YORK

FROM: SA [Name], NEW YORK

SUBJECT: [Subject]

[Text]

[Text]

[Text]

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Manuelita e Antônio Gomes
e, também, às minhas estimadas tias Euze e Sonia
amigos e grandes incentivadores.

EPÍGRAFE

“Quando Deus quer,
o homem sonha, a obra nasce”.

Fernando Pessoa



AGRADECIMENTOS

À Deus, em quem confio, por Sua bondade e fidelidade para comigo.

À minha família, às minhas amigas Marcia Dassie, Kelly Deluqui e Luciane Sarkis pelo carinho e apoio durante o Mestrado.

Ao Professor Dr. Edson Martins de Aguiar pela orientação e estímulo à realização desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, processo nº 135556/96-1, pela bolsa de estudo concedida.

Ao Professor Dr. João Bosco Ladislau de Andrade e à Professora Ph.D. Euzi Rodrigues Moraes pela valiosa colaboração no decorrer do presente trabalho, contribuindo com críticas construtivas e esclarecedoras.

Aos amigos Ilana, Izabel, Carlos Ailson e família pela hospitalidade com que me receberam, favorecendo o desenvolvimento deste estudo.

À todas Prefeituras Municipais, empresas públicas e particulares, bibliotecas e profissionais liberais que forneceram dados e informações sobre estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares.

Aos professores e aos funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento que diretamente e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xxi
RESUMO	xxiii
<i>ABSTRACT</i>	xxv
1 INTRODUÇÃO.....	27
1.1 Problemática referente às estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares	28
1.2 Justificativa	30
2 OBJETIVOS	31
3 ESTAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: CONCEITO, CARACTERÍSTICAS E REVISÃO DE LITERATURA.....	33
3.1 Resíduos sólidos domiciliares.....	33
3.2 Estações de transferência.....	35
3.2.1 Aspectos gerais.....	35
3.2.1.1 Importância.....	39
3.2.2 Aspectos técnicos.....	42

3.2.2.1 Tipos de usuários.....	42
3.2.2.2 Classificação.....	42
3.2.2.3 Localização.....	57
3.2.2.4 Equipamentos e acessórios.....	58
3.2.2.5 Manutenção.....	59
3.2.2.6 Dimensionamento.....	59
3.2.3 Aspectos sanitários.....	63
3.2.4 Aspectos econômicos.....	64
3.2.4.1 Análise de custos.....	64
3.2.4.2 Viabilidade econômica.....	66
3.2.5 Escolha de estações de transferência.....	68
3.2.5.1 Planejamento de estações de transferência.....	71
3.3 Artigos comentados.....	75
4 INSTRUMENTOS LEGAIS E NORMATIVOS.....	97
4.1 Competência municipal.....	97
4.2 Regiões metropolitanas.....	98
4.3 Legislações e normas.....	99
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	103
5.1 Fonte de dados e informações.....	106
5.2 Análise de dados e informações.....	107
6 ESTAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA NO BRASIL.....	117
6.1 Histórico.....	117
6.2 Descrição.....	120
6.2.1 Componentes e etapas de operação.....	120
6.2.2 Estação tipo descarga com armazenagem.....	123
6.2.3 Estação tipo descarga direta.....	129
6.2.4 Estação com transporte rodoviário.....	132
6.3 Estrutura administrativa.....	133

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	135
7.1 Características gerais	135
7.2 Características específicas.....	140
7.2.1 <i>Estações de transferência desativadas.....</i>	<i>140</i>
7.2.2 <i>Estações de transferência em operação.....</i>	<i>142</i>
7.2.2.1 Curitiba.....	142
7.2.2.2 Florianópolis	147
7.2.2.3 Rio de Janeiro	148
7.2.2.4 São Paulo.....	152
7.3 Avaliação de desempenho	156
7.3.1 <i>Indicadores de produtividade e eficiência operacional.....</i>	<i>156</i>
7.3.2 <i>Indicadores de qualidade e segurança</i>	<i>164</i>
7.4 Impactos ambientais	172
7.5 Discussão dos resultados	173
8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	177
8.1 Situação das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares no Brasil e recomendações	178
8.2 Propostas para trabalhos complementares.....	181
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
ANEXO A - QUESTIONÁRIO PADRÃO.....	191
ANEXO B - MUNICÍPIOS PESQUISADOS.....	197
GLOSSÁRIO	201

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Classificação dos resíduos sólidos.	34
FIGURA 2 - Esquema das estações de transferência de resíduos sólidos como um canal de distribuição reverso.	36
FIGURA 3 - Operações efetuadas na área de resíduos sólidos domiciliares.	38
FIGURA 4 - Descarregamento de resíduos por meio de cabos de aço.	45
FIGURA 5 - Sistemas de descarregamento hidráulico: (a) diafragma interno e (b) chão móvel.	45
FIGURA 6 - Sistema de descarregamento utilizando rampa hidráulica.	46
FIGURA 7 - Transporte ferroviário adaptado para carretas.	47
FIGURA 8 - Transporte de carretas diretamente sobre os trilhos.	47
FIGURA 9 - Estação de transferência com transporte hidroviário.	48
FIGURA 10 - Estação de transferência tipo descarga com armazenagem de pequena capacidade.	51
FIGURA 11 - Estação de transferência tipo <i>push-pit</i>	53
FIGURA 12 - Curva capacidade operacional <i>versus</i> custo operacional.	67
FIGURA 13 - Representação típica da análise de custos para uma estação de transferência de resíduos sólidos.	69
FIGURA 14 - Etapas da análise de planejamento para uma estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares.	71
FIGURA 15 - Etapas de desenvolvimento desta pesquisa.	103
FIGURA 16 - Etapas da operação de transferência.	121
FIGURA 17 - Estação de transferência Caju: coletor na plataforma da balança.	122
FIGURA 18 - Estação de transferência Caju: sistema eletrônico de pesagem.	122

FIGURA 19 - Estação de transferência Bangu: área de manobra dos veículos coletores.....	123
FIGURA 20 - Estação de transferência Bangu: descarregamento de um veículo coletor no fosso.....	124
FIGURA 21 - Estação de transferência Ponte Pequena: pátio de acumulação de resíduos, pá mecânica carregando uma carreta de transporte.....	125
FIGURA 22 - Estação de transferência Caju (usina): vista superior da garra carregando uma carreta de transporte.....	125
FIGURA 23 - Estação de transferência Caju (usina): ralo para escoamento do chorume produzido no fosso.....	126
FIGURA 24 - Estação de transferência Caju (usina): sistema de lodo ativado empregado no tratamento do chorume.....	127
FIGURA 25 - Estação de transferência Bangu: unidade de manutenção.....	128
FIGURA 26 - Estação de transferência Vergueiro: unidade de limpeza.....	128
FIGURA 27 - Planta de situação esquemática da Estação de Transferência Bangu.....	130
FIGURA 28 - Estação de transferência Caju (rampa): vista frontal da frente de carregamento dos veículos de transporte.....	131
FIGURA 29 - Estação de transferência Caju (rampa): área de carregamento dos veículos de transporte.....	131
FIGURA 30 - Estação de transferência Caju (usina): área de enlonamento dos veículos de transporte.....	132
FIGURA 31 - Veículo de transferência de resíduos sólidos.....	133
FIGURA 32 - Organograma típico da estrutura administrativa de uma estação de transferência brasileira.....	134
FIGURA 33 - Quantidade de estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares por Região do Brasil.....	138
FIGURA 34 - Mapa esquemático da localização das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares em São Paulo.....	154

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tipo de caminhão de transferência de resíduos sólidos conforme o tipo de estação de transferência adotada	44
TABELA 2 - Vantagens e desvantagens da estação de transferência tipo descarga de resíduos armazenados	50
TABELA 3 - Vantagens e desvantagens da estação de transferência tipo descarga direta.....	52
TABELA 4 - Vantagens e desvantagens da estação de transferência com compactação	54
TABELA 5 - Vantagens e desvantagens da estação de transferência com trituração.	55
TABELA 6 - Mão-de-obra requerida por uma estação de transferência	65
TABELA 7 - Distribuição da população nos Municípios brasileiros em 1995	106
TABELA 8 - Quantidade de estações de transferência em operação em função da população do município.....	135
TABELA 9 - Situação das estações de transferências de resíduos sólidos domiciliares por município	136
TABELA 10 - Capacidade média diária das estações de transferência.....	138
TABELA 11 - Distâncias (ida e volta) das estações de transferência aos locais de disposição final de resíduos	139
TABELA 12 - Tempo (ida e volta) das estações de transferência aos locais de disposição final de resíduos	139
TABELA 13 - Sistema de operação das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares.....	140
TABELA 14 - Grau de enclausuramento das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares.....	140

TABELA 15 - Distância e tempo entre a Estação de Transferência Caçote e o Aterro Controlado de Muribeca	142
TABELA 16 - Distância e tempo entre a Estação de Transferência Norte e o destino final dos resíduos sólidos.....	144
TABELA 17 - Distância e tempo entre a Estação de Transferência Itacorubi e o destino final dos resíduos sólidos.....	147
TABELA 18 - Informações específicas das estações de transferência em operação no Rio de Janeiro	149
TABELA 19 - Informações específicas das estações de transferência em operação em São Paulo	152
TABELA 20 - Grau de utilização das estações brasileiras de transferência.....	156
TABELA 21 - Grau de utilização dos veículos de transferência (tonelada transferida)	157
TABELA 22 - Grau de utilização dos veículos de transferência de resíduos sólidos (quilometragem rodada).....	158
TABELA 23 - Grau de utilização do fosso de acumulação temporária ou do pátio de descarga de resíduos.	160
TABELA 24 - Grau de mecanização da estação	161
TABELA 25 - Dimensão da estação.....	162
TABELA 26 - Velocidade média de transporte	162
TABELA 27 - Quantidade de coletores necessários para carregar uma carreta	163
TABELA 28 - Localização, enclausuramento, manutenção e grau de enclausuramento das estações de transferência de resíduos sólidos.....	165
TABELA 29 - Idade da frota de transferência e sistema de pesagem	167
TABELA 30 - Controle de poluição e frequência de limpeza da estação, do fosso ou do pátio e dos veículos de transferência.....	168
TABELA 31 - Programa de treinamento permanente e outras operações nas estações de transferência de resíduos sólidos.....	170
TABELA 32 - Terreno murado, áreas verdes, horário de funcionamento e tipos de vias de transporte.....	171

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
APWA	- American Public Works Association
BDLC	- Basuras Domiciliarias y Limpieza de Ciudades
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio-Ambiente
COMCAP	- Companhia Melhoramentos da Capital
COMEC	- Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
COMLURB	- Companhia Municipal de Limpeza Urbana
DLU	- Departamento de Limpeza Urbana
EIA	- Estudo de Impacto Ambiental
EMLURB	- Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização
ET	- Estação de Transferência
LD	- Local de Disposição
LIMPURB	- Departamento de Limpeza Urbana
IA	- Índice de Atendimento
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAM	- Instituto Brasileiro de Administração Municipal
ISW	- Institute for Solid Waste
kg	- Quilograma
km	- Quilometro
PMSG	- Prefeitura Municipal de São Gonçalo
PUC/RJ	- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
m ³	- Metro Cúbico
MDO	- Mão-de-Obra

m ²	- Metro Quadrado
NEPA	- National Environmental Policy Act
NSWMA	- National Solid Waste Management Association
RIMA	- Relatório de Impacto do Meio-Ambiental
SIG	- Sistema de Informação Geográfica
SLU	- Serviço de Limpeza Urbana
t	- Tonelada
t/dia	- Tonelada por Dia
\$/t	- Unidade Monetária por Tonelada

LISTA DE SÍMBOLOS

a	- área total da estação, m^2
c_c	- capacidade de acumulação de carga no compactador, t
c_e	- capacidade de estocagem, t
c_f	- capacidade de armazenamento do fosso, t
c_n	- capacidade nominal da estação, t/dia
cn_v	- capacidade nominal do veículo de transferência, t
c_o	- capacidade operacional da estação de transferência, t/dia
c_t	- capacidade média de transferência da estação, t/dia
c_{vc}	- capacidade do coletor, t
c_{vt}	- capacidade média de carga do veículo de transferência, t/viagem
D	- dimensão da estação, adimensional
d	- distância de transporte, km
d_e	- quilometragem média diária especificada pelos fabricantes dos veículos de transferência, km
j	- jornada de trabalho da estação de transferência, min
M	- grau de mecanização da estação, adimensional
mdo	- quantidade de mão-de-obra total, MDO
mdo_d	- quantidade de mão-de-obra direta, MDO
mdo_i	- quantidade de mão-de-obra indireta, MDO
n_c	- número de compactadores
n_f	- número de fossos de acumulação de resíduos
n_s	- número de sistemas
n_{vd}	- número de viagens por dia, viagem/dia

n_{vo}	- número de veículos de transferência em operação
n_{vr}	- número de veículos-reserva de transferência
n_{vt}	- número total de veículos de transferência
n_{vv}	- número de viagens por veículo
q	- quantidade média de resíduos recebida pela estação, t/dia
t	- tempo total de ciclo, min
t_c	- tempo de carregamento do veículo de transferência, min
t_d	- tempo de descarregamento do veículo de transferência, min
t_p	- tempo gasto no percurso (ida e volta) da estação ao destino final dos resíduos, min
UCc	- grau de utilização das carretas de transferência - carga transferida, t
UCq	- grau de utilização das carretas de transferência - quilometragem rodada, km
UE	- grau de utilização da estação de transferência, t/dia
UF	- grau de utilização do fosso de acumulação temporária ou do pátio de descarga de resíduos, adimensional
$UMDO$	- grau de utilização da mão-de-obra, adimensional
V	- velocidade média de transporte, km/h
VC/C	- quantidade de coletores necessários para carregar uma carreta

RESUMO

COSTA, Herlane dos Santos. *Aspectos operacionais das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares no Brasil*. São Carlos, 1998. 204p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

As estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares no Brasil vêm adquirindo importância desde a década de 50, principalmente devido ao crescimento das cidades e ao distanciamento dos locais de disposição de resíduos sólidos em relação ao centro urbano. Todavia, a concepção dessas instalações mudou bastante ao longo dos anos e tende a sofrer grandes transformações em futuro próximo, uma vez que os recursos financeiros são escassos e a preocupação com a preservação do meio ambiente é crescente. Neste trabalho procedeu-se a um levantamento das estações de transferência existentes no Brasil e foram analisadas suas condições de operação, por meio de: (a) estudos preliminares; (b) elaboração e distribuição de questionários; (c) obtenção de dados e informações; (d) verificação dos dados e das informações coletadas; (e) organização e análise crítica dos resultados. Esta pesquisa mostra que existem dezesseis estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares em operação no Brasil, foram desativadas seis estações e planeja-se reformar uma unidade e construir mais sete. Analisando-se os aspectos operacionais dessas unidades, observou-se que são bastante rudimentares e pouco integradas à comunidade. Os resultados indicam elevada eficiência operacional e produtividade e, também, baixa qualidade e segurança, sugerindo que as futuras estações de transferência devem estreitar o relacionamento com a sociedade, sem o qual torna-se inviável a implantação de novos empreendimentos dessa natureza.

- Palavras-chave: 1) resíduos sólidos domiciliares;
2) estação de transferência;
3) aspectos operacionais de estações de transferência.

ABSTRACT

COSTA, Herlane dos Santos. *Operacional view of the domestic solid waste transfer stations in Brazil*. São Carlos, 1998. 204p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The transfer stations of domestic waste in Brazil have gradually assumed greater importance since the 1950's, mainly owing to the growth of the towns and the distances between the local waste disposal plants and the urban centres. However, the way these plants have been conceived has changed significantly over the years and the tendency is for these conceptions to undergo greater changes in the near future, since financial resources are limited and there is a growing consideration for the preservation of the environment. In this work, transfer stations in Brazil have been identified and their operational conditions have been analysed by means of: (a) preliminary studies; (b) preparation and distribution of questionnaires; (c) collection of information and data; (d) verification of the information and data collected; (e) organization and critical analysis of results. This research has shown that there are sixteen transfer stations of domestic waste in operation in Brazil, there are six closed and plans for reconstructing one unit and constructing seven new ones. As we analysed the operational aspects of these units, we observed that they are fairly rudimentary and show little integration with the community. The results indicate high standards of operational efficiency and productivity together with low standards of quality and safety, suggesting that the construction of future stations ought to take into consideration their relationship with society, without which the implementation of new enterprises of this kind will be impossible.

key-words: 1) solid waste;
2) transfer station;
3) operacional view of transfer stations.

1311

1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

2. The second part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

3. The third part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

4. The fourth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

5. The fifth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

6. The sixth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

7. The seventh part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

8. The eighth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

9. The ninth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

10. The tenth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

11. The eleventh part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

12. The twelfth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

13. The thirteenth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

14. The fourteenth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

15. The fifteenth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

16. The sixteenth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

17. The seventeenth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

18. The eighteenth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

19. The nineteenth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

20. The twentieth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

21. The twenty-first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

22. The twenty-second part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

23. The twenty-third part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

24. The twenty-fourth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

25. The twenty-fifth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

203

1 INTRODUÇÃO

A crescente urbanização e industrialização do mundo moderno estimula novos padrões culturais e leva a sociedade, que busca melhor qualidade de vida, ao intenso consumo de bens e serviços, gerando uma produção de resíduos sólidos jamais vista.

A produção de resíduos sólidos é um dos mais graves problemas sociais de hoje, observando-se que “a velocidade desse processo é muitas vezes superior à velocidade do processo de degradação e assimilação pelo ambiente” [OLIVEIRA¹ apud CAMPINAS, 1996].

Em todo o mundo, vem crescendo a preocupação com a conservação do Planeta, buscando-se um modelo de desenvolvimento industrial e econômico compatível com o meio-ambiente. Apesar do aumento da preocupação com o esgotamento dos recursos naturais, ainda persiste o incentivo ao consumo indiscriminado, por intermédio dos meios de comunicação de massa. É dentro desse tipo de sociedade que o problema em questão deve ser considerado, a fim de que as estações de transferência possam ser planejadas de forma adequada e eficiente.

¹ OLIVEIRA, S. M. L. (1995). Resíduos sólidos na região metropolitana de São Paulo: uma visão contemporânea. *Debates Sócio-ambientais*, CEDEC, v. 1, n. 1, JUL/SET, apud CAMPINAS. Secretaria de Serviços Públicos. (1996). *Campinas: a gestão dos resíduos sólidos urbanos*. Campinas, p. 40.

1.1 Problemática referente às estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares

Dentro dessa realidade paradoxal, em que o aumento da consciência do bem comum e a escassez de recursos financeiros contrastam com uma sociedade enormemente consumista, as estações de transferência vêm progressivamente ganhando importância.

Para garantir um nível satisfatório de qualidade de vida urbana, precisa-se remover os resíduos para locais longínquos, afastados de áreas residenciais e comerciais. Isso implica no aumento dos custos da limpeza pública, favorecendo a utilização de estações de transferência de resíduos sólidos, pois a principal vantagem atribuída a elas é a possibilidade de redução nos custos do transporte de resíduos.

Todavia, essas unidades podem oferecer inúmeras outras vantagens ao gerenciamento de resíduos sólidos, como por exemplo: ampliar o número de locais de processamento ou disposição de resíduos sólidos, aumentar a eficiência dos veículos de coleta e melhorar a operação no local de disposição dos resíduos. Além disso, tornam-se potencialmente mais vantajosas quando a coleta é seletiva, pois a quantidade de resíduos transferida é menor. As estações de transferência influenciam de modo significativo a coleta e o transporte de resíduos. De acordo com AGUIAR (1993), essas etapas envolvem a maior parte dos recursos alocados pelas municipalidades nos serviços de limpeza pública.

Apesar da relevância que as estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares estão assumindo, vale ressaltar a carência de literatura atualizada em língua portuguesa sobre o assunto, contribuindo para o desconhecimento ou mesmo a ignorância de suas potencialidades, dos problemas que elas podem causar se não forem adequadamente projetadas e operadas e, também, dos procedimentos necessários para melhor definir esse tipo de empreendimento.

Em muitos artigos e livros, autores como DIAZ et al., 1993; JARDIM & WELLS, 1995; RHYNER et al., 1995, entre outros, recomendam a utilização de estação de transferência quando a distância de transporte, a ser percorrida pelos veículos de coleta, é muito grande. Mas, o que pode ser considerado distância muito grande? PINTO (1979) definiu-a como uma distância acima de 20 km (ida e volta). TCHOBANOGLOUS et al. (1993), no entanto, consideram-na como uma distância tipicamente maior que 26 km. Em qualquer dos casos, porém, eles não indicam os motivos que levaram a essas conclusões.

Além disso, o conceito de estação de transferência é bastante variado. Por exemplo, STOKES (1983) descreve uma estação de transferência como um complexo projetado e equipado para poder receber as cargas de frotas completas de veículos coletores e transferir essas cargas por meio de grandes e poderosos compactadores hidráulicos para o interior de containeres de aço de grande volume ou trailers. Ele considera ser esta uma unidade essencial para cidades e complexos industriais onde grandes volumes de resíduos são gerados. Contudo, segundo JANSSEN (1993), uma estação de transferência pode ser completamente simples (contendo algumas rampas, algumas chapas de aço para guiar o fluxo de resíduo, sendo que a inclinação das rampas não deve ser demasiadamente grande, já que o veículo que está sendo carregado pode ser prejudicado pelo impacto da massa que cai). Ainda para JANSSEN (1993), a única condição para o sucesso dessa operação é que as carretas de longa distância estejam a postos quando os veículos coletores chegam, pois se eles tiverem que esperar para descarregar, as vantagens no custo podem ser perdidas.

Quando, realmente, deve ser utilizada uma estação de transferência? Qual o tipo mais adequado de estação? Para responder a estas questões, entre outras, é preciso conhecer melhor os resultados que têm sido obtidos pelas experiências nacionais e internacionais com estações de transferência. Também é preciso considerar que os obstáculos para se obter informações, principalmente de custos, que sejam representativas da realidade e que possibilitem a avaliação da eficiência e

eficácia de operação dessas estações, bem como outras informações, que favoreçam futuros planejamentos, não se limitam apenas às evidentes dificuldades de obtenção de dados e de cálculo. São, também, conceituais. Além disso, muitos dos problemas ambientais têm uma importância social alta demais para serem avaliados somente sob uma abordagem monetária. E há fatores ambientais cujo valor a longo prazo para a sociedade será certamente subestimado pelos técnicos de hoje em dia.

Em resumo, pode-se dizer que não existe uma visão clara de como os administradores devem proceder para definir, de forma racional, uma estação de transferência adequada ao sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos. Conseqüentemente, pode-se perceber a prática, bastante comum, de se elaborar projetos que justificam decisões já tomadas, tendo como fundamento a adaptação da região estudada ao projeto desenvolvido e não a determinação de locais e tipos de unidades adequados às condições regionais e sociais. Com este trabalho, tentar-se-á contribuir com algum esclarecimento ao problema colocado, para lançar novas luzes sobre esse quadro que se apresenta um tanto ou quanto obscuro. Isso porque a caracterização das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares e o diagnóstico de suas operações são importantes etapas para o equacionamento do problema.

1.2 Justificativa

Portanto, a insuficiência de livros e artigos nacionais atualizados sobre estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares, principalmente que caracterizem as estações brasileiras e suas tendências; a reconhecida importância dessas unidades para o equacionamento de problemas referentes aos resíduos sólidos, e os benefícios sociais, técnicos e científicos que este estudo poderá proporcionar justificam a realização desta pesquisa.

2 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo principal:

- Estudo teórico das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares no que se refere aos tipos de estação de transferência, às suas características operacionais, às implicações provenientes de sua localização, aos equipamentos e aos veículos utilizados na transferência de resíduos, aos fatores relacionados com a higiene e a segurança do trabalho, aos principais aspectos econômicos envolvidos na escolha de estações de transferência e às principais pesquisas sobre estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares publicadas nos últimos 30 anos.

Com este trabalho espera-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Levantar a situação atual e as normas e legislações federais que podem ser aplicadas à estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares.
- Caracterizar as estações de transferência existentes no Brasil.
- Analisar, diagnosticar e avaliar as condições de operação das estações de transferência brasileiras.

APPENDIX

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

3 ESTAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: CONCEITO, CARACTERÍSTICAS E REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Resíduos sólidos domiciliares

“Resíduos sólidos são definidos como sendo aqueles nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade 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, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis face à melhor tecnologia disponível.” [ABNT, 1987, p.1].

Conforme a ABNT (1987, p. 2), esses resíduos são classificados em:

- Classe I - perigosos: aqueles que oferecem risco ao meio-ambiente ou à saúde pública, exigindo tratamento e disposição especiais.
- Classe II - não-inertes: são os resíduos que não se enquadram nas classes I e III, podendo ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água.
- Classe III - inertes: são resíduos de difícil decomposição, tais como restos de construção, entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações, vidros, certos plásticos e borrachas.

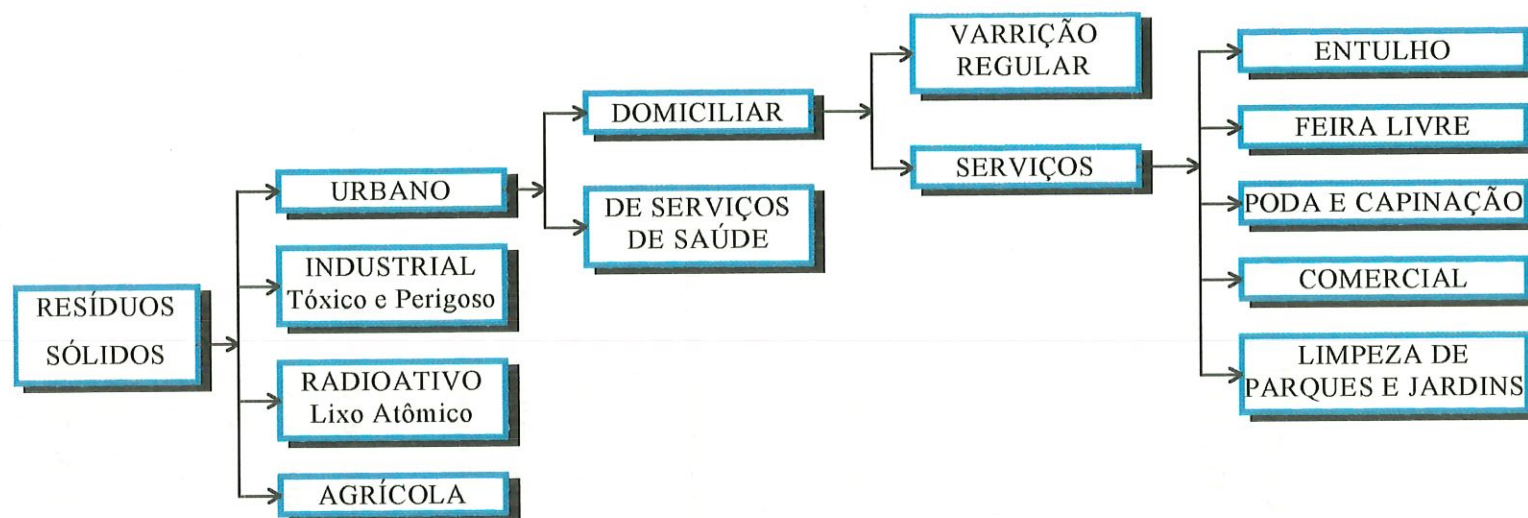


FIGURA 1 - Classificação dos resíduos sólidos.

FONTE: adaptação da definição constante na NBR 10.004/87, proposta por SCHALCH, 1995.

Portanto, os resíduos sólidos domiciliares são considerados resíduos de classes II e III, provenientes da varrição regular e de serviços oriundos de: feira livre, construção e demolição, poda e capinação, comércio, limpeza de parques e jardins (Cf. FIGURA 1).

3.2 Estações de transferência

3.2.1 Aspectos gerais

Estação de transferência de resíduo sólido é uma instalação que possibilita a remoção ou o transbordo do resíduo sólido recolhido por veículos ou equipamentos de coleta relativamente pequenos (triciclos, veículos de tração animal, veículos motorizados, etc.) para outro meio de transporte de maior capacidade de carga (normalmente carretas, mas barcaças e vagões ferroviários são também opções de transporte), capaz de transportar o resíduo por longas distâncias para centrais de reciclagem de material ou para locais de processamento ou disposição de resíduos, com reduzida utilização de mão-de-obra.

Como pode ser observado na FIGURA 2, as estações de transferência fazem parte de um processo cíclico contínuo e têm função muito similar à dos depósitos de materiais, exceto que não existe custo de inventário, nem carga unitária numa estação e o fluxo de materiais é reverso, isto é, as matérias-primas são transportadas para as fábricas (pontos de produção), em seguida os produtos escoam para os depósitos (pontos de distribuição) e dos depósitos para os consumidores (produtores de resíduos); os resíduos são removidos dos domicílios para os pontos de transferência (estações de transferência ou estações de transferência e recuperação de materiais) e dos pontos de transferência para os locais de destino final (centrais de tratamento e recuperação de materiais ou aterros sanitários). Se houver reciclagem de resíduos, estes tornar-se-ão matérias-primas para a fabricação de produtos.

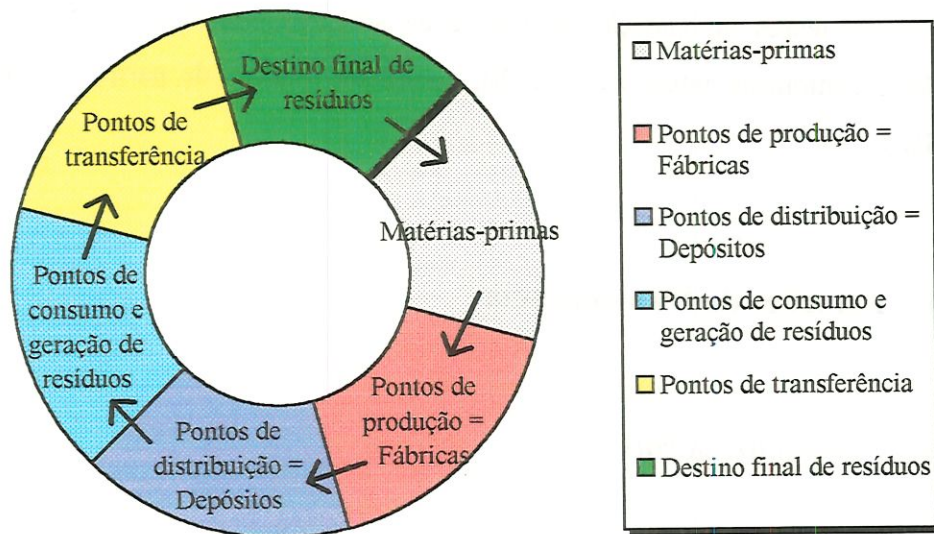


FIGURA 2 - Esquema das estações de transferência de resíduos sólidos como um canal de distribuição reverso.

Segundo BALLOU (1993), a ínfima atenção dedicada aos canais de distribuição reversos explica em parte a pouca importância atribuída aos resíduos sólidos como fonte de matéria-prima. Não obstante, verifica-se uma tendência para realizar reciclagem nas estações de transferência mais modernas; logo, a utilização de resíduos como matéria-prima tende a ser mais valorizada.

Estações de transferência podem aparentemente ser uma recente inovação, mas elas têm realmente estado em uso desde a época dos veículos coletores movidos à tração animal. O INSTITUTE FOR SOLID WASTES OF THE AMERICAN PUBLIC WORKS ASSOCIATION (1975) diz que, quando a coleta era realizada por tração animal, eram comumente usadas estações de transferência e transporte suplementar sempre que os percursos das rotas de coleta para os pontos de disposição tinham mais de 5 km. Com a introdução de veículos de coleta rápidos e motorizados, a situação mudou e muitas operações de transferência foram abandonadas em favor do transporte direto.

Atualmente, com os altos custos de operação e do combustível, a falta de locais próximos para disposição final e o aumento das restrições ambientais, a tendência é a reversão, e estações de transferência estão novamente se tornando comuns.

“É importante observar que, em muitas cidades pequenas, onde o escoamento do lixo é limitado, ainda se adota o transporte dos resíduos sólidos urbanos mediante o emprego de carroças com tração animal” [PINTO, 1979, p. 66], situação que pode ser facilmente verificada em pequenas comunidades, mesmo nos dias de hoje.

Para DIAZ et al. (1993), no gerenciamento moderno de resíduo, a estação de transferência deve ser um local de processamento inicial, normalmente na forma de separação de componentes potencialmente utilizáveis. Isso é feito com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduo destinado a ser aterrado. Segundo TCHOBANOGLOUS et al. (1993), a estação de transferência deve portanto ser planejada e operada de modo integrado com os outros elementos funcionais do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos (coleta, reciclagem, tratamento, disposição, etc.), mantendo a continuidade do sistema.

A FIGURA 3 apresenta um diagrama simplificado que mostra as interrelações entre as operações efetuadas na área de resíduos sólidos domiciliares. Note-se que a caracterização dos resíduos pode ser realizada tanto na estação de transferência quanto no aterro sanitário. Vale lembrar ainda que a redução, a reutilização ou recuperação, o tratamento e a reciclagem podem fazer parte de uma estação de transferência.

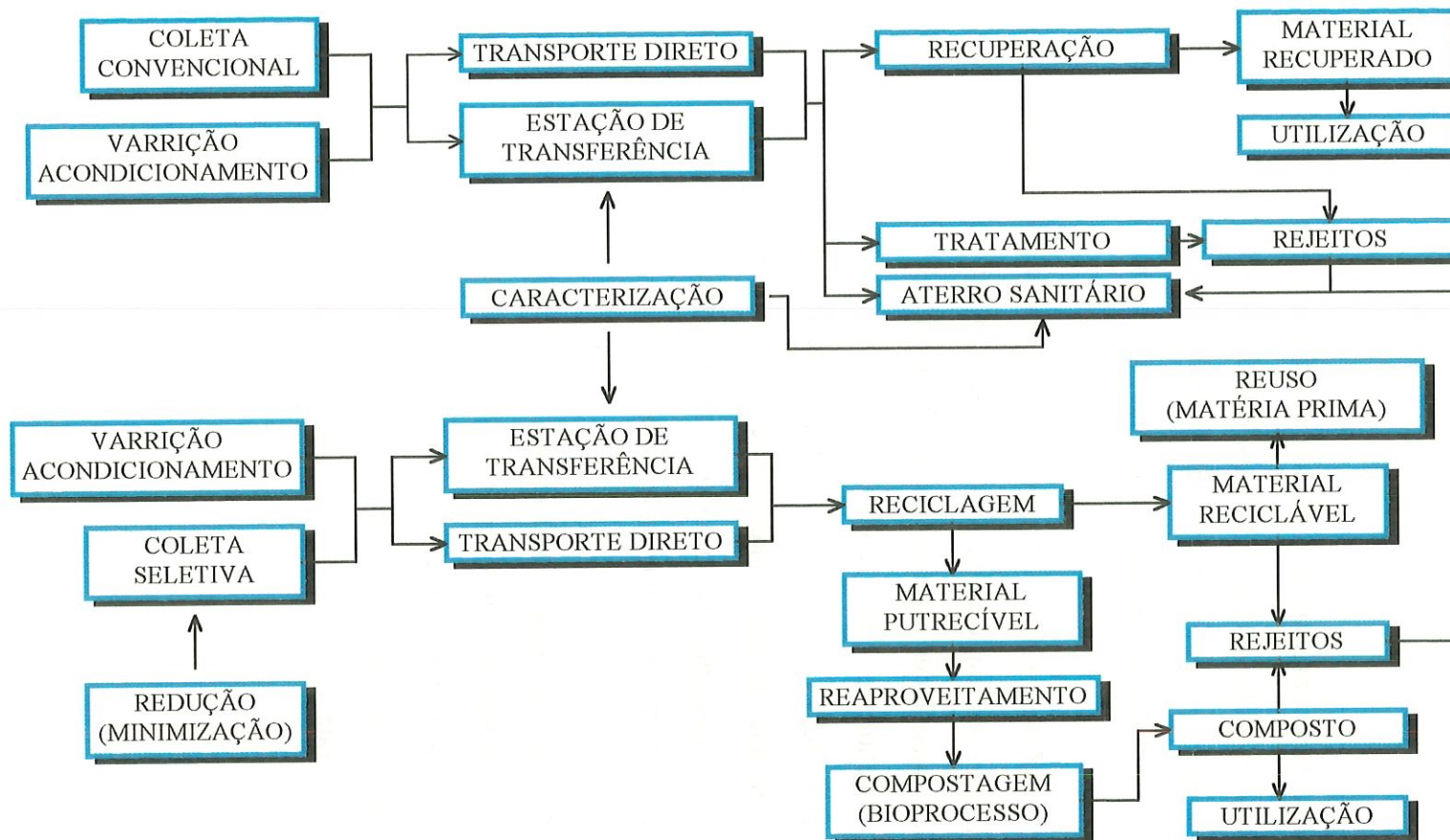


FIGURA 3 - Operações efetuadas na área de resíduos sólidos domiciliares.

FONTE: Adaptado de SCHALCH, 1995, p. 3.

3.2.1.1 Importância

Estações de transferência têm obtido larga aceitação como um método de redução de custos de transporte, principalmente, quando:

- a localização da central de destino dos resíduos é distante da zona de coleta;
- um grande número de operários viaja nos veículos pequenos de coleta até a central de processamento e disposição de lixo.

Contudo, a decisão por estações de transferência de resíduos sólidos fornece outras vantagens potenciais. São as seguintes:

- maior produtividade dos veículos de coleta;
- maior velocidade de remoção de resíduos;
- maior controle de tráfego;
- maior facilidade de impor restrições ao fluxo de tráfego;
- menor número de veículos com rotas até a central de processamento e/ou local de disposição final dos resíduos sólidos;
- maior eficiência na operação do local de disposição dos resíduos.

Com a estação de transferência, pode-se reduzir o número total de motoristas necessários ao manejo dos resíduos. Visto que os veículos de coleta não irão até a central de processamento e disposição de resíduos, o tempo de coleta não-produtivo é reduzido e os garis não mais viajarão até o local de disposição. O aumento de produtividade e a redução na distância de viagem dos veículos coletores resultam em economia nos custos de manutenção e operação dos sistemas de coleta.

Uma estação de transferência permite a utilização de veículos de coleta de menor capacidade e, conseqüentemente, de maior mobilidade, fazendo com que a velocidade dos serviços aumente.

As rodovias que atendem às estações de transferência são quase sempre pavimentadas e, conseqüentemente, fornecem uma superfície de rodagem desejável, enquanto as estradas que atendem aos aterros sanitários são difíceis de se manter em boas condições, porque se estendem através de áreas grandes e afastadas do centro urbano. Estradas em condições precárias podem danificar os veículos coletores e atrasar a coleta. Como as rodovias que atendem às estações de transferência são normalmente mantidas em boas condições, os atrasos e os danos nos veículos de coleta são diminuídos. Com isso, aumenta-se a eficiência dos veículos de coleta.

As pessoas que vivem ao longo da rota de remoção dos resíduos até o aterro sanitário freqüentemente estão sujeitas ao grande volume de tráfego de caminhões, assim como à sujeira que às vezes produzem. Uma solução potencial para esses inconvenientes é a armazenagem dos resíduos numa estação, fornecendo a vantagem adicional de manter os caminhões fora da estrada durante os períodos de tráfego intenso.

A utilização de caminhões de transferência reduz grandemente o número de veículos empregados na rota até o aterro sanitário. Segundo SCHAPER (1986, p.195), dependendo do tipo de veículo envolvido, a redução de tráfego pode ter amplitude de 3:1 até 5:1. Isto é, para cada cinco veículos pequenos indo diretamente até o aterro, pode-se empregar apenas um caminhão com sistema de transferência. Este pode ser um fator significativo na redução de congestionamentos na rota para o aterro.

Aterros sanitários localizados em áreas congestionadas às vezes impõem restrições aos veículos de coleta. Essas restrições são difíceis de serem controladas, especialmente quando muitos veículos pequenos de coleta são empregados. Mas são mais fáceis de serem impostas quando há estação de transferência, porque o número de caminhões de transferência é menor.

A melhoria na operação de aterros sanitários pode ocorrer quando a maioria dos resíduos são transportados em caminhões de transferência, reduzindo problemas de controle de tráfego, melhorando a compactação da carga, e podendo resultar em diminuição da área de aterro e redução na quantidade de material de cobertura usado. A armazenagem de resíduos sólidos em estação ou em veículo de transferência pode possibilitar a redução de horas de operação no aterro. A redução das horas de operação resulta no barateamento dos custos de disposição.

Todavia, uma estação de transferência é uma instalação deveras impactante; portanto, se não for bem planejada, operada e controlada pode trazer graves prejuízos ao meio-ambiente e à população residente nas proximidades, pois:

- o tráfego de veículos em sua entrada e nas redondezas é grande, podendo causar congestionamentos;
- pode ser fonte de proliferação de vetores (ratos, insetos, etc) se houver armazenamento de lixo por longo período;
- pode ser fonte de ruído, poeira, mau cheiro, devendo ser tomadas medidas mitigadoras;
- pode apresentar condições anti-estéticas.

Portanto, deve ser feito um estudo de impacto ambiental e análise de risco antes de qualquer iniciativa, não se esquecendo de estimular a participação da comunidade em todo o processo.

Considerando a tendência de a coleta seletiva se intensificar com o passar dos anos, as estações de transferência tornam-se potencialmente mais vantajosas, podendo haver a minimização dos impactos ambientais.

A coleta seletiva facilita a separação dos resíduos, diminuindo a carga manipulada em cada unidade de processamento. Logo a quantidade de carga transferida será menor, favorecendo a adoção de facilidades e equipamentos de transferência simplificados e reduzindo o número de caminhões de transferência e a

quantidade de mão-de-obra necessária. Se for uma estação de transferência e triagem de resíduos, poderá necessitar de maior área física, uma vez que o número de veículos de coleta poderá ser maior. No entanto, o índice de rejeição da estação de transferência por parte da comunidade diminuirá, pois dar-se-á maior utilidade ao empreendimento.

3.2.2 Aspectos técnicos

3.2.2.1 Tipos de usuários

Estações de transferências de resíduos sólidos domiciliares são construídas para servir ao público em geral (automóveis e caminhonetes) e/ou a empresas coletoras particulares e públicas.

Os tipos de veículos que usam a estação terão significativo impacto na sua capacidade de manejo de resíduos sólidos num dado período de tempo. Por exemplo, caminhões que devem ser descarregados manualmente ocupam espaço na estação de transferência por um período longo. Muitas das características dos projetos de estação de transferência devem ser adaptadas para acomodar os tipos de veículos esperados.

3.2.2.2 Classificação

Existem vários tipos de estação de transferência. No entanto, segundo BRADLEY (1996), têm recebido maior atenção os meios de compactação de resíduo em containeres. Ao processamento de resíduo, porém, tem sido dada pouca atenção, exceto quando a opção de tratamento ou disposição empregada exige um pré-tratamento.

As estações de transferência podem ser classificadas quanto ao: (1) meio de transporte após transferência; (2) modo de armazenagem; (3) tratamento físico prévio; (4) porte.

3.2.2.2.1 Quanto ao meio de transporte

Esta classificação considera os transportes rodoviário, ferroviário, hidroviário ou outro. Embora o transporte rodoviário seja mais comum, vagões ferroviários e barcas, eventualmente, são também utilizados para transportar resíduos. De acordo com SKITT (1972), esses meios de transporte de alta capacidade de carga e baixo custo unitário (vagões ferroviários e embarcações) são comparativamente inflexíveis, pois necessitam de um segundo ponto de transferência no local de destino.

- **Transporte rodoviário**

O número de caminhões de transferência necessário depende do tipo de estação, da distância a ser percorrida, do tempo gasto na rota por dia, da quantidade de resíduo e do número de veículos-reserva. A estação deve ter equipamento suficiente para o manejo requerido nos momentos de pico ou área de armazenagem de cargas.

O tamanho dos caminhões depende do tipo de material transportado e do grau de compactação. No caso de resíduo sólido domiciliar, SCHAPER (1986) afirma que o volume típico varia de 50 m³ para caminhões compactadores a 96 m³ para caminhões não compactadores (condição americana). PINTO (1979) informa que os caminhões de transferência têm capacidade de até 60 m³ de lixo solto e aproximadamente 30 t de lixo compactado (condição brasileira). Estas informações foram atualizadas (Cf. Item 6.2.4, p. 132), por meio de levantamento das condições de operação das estações brasileiras de transferência de resíduo sólido domiciliar.

Dois tipos de caminhões de transferência são usados dependendo dos tipos de estações de transferência envolvidos, como indicado na TABELA 1.

TABELA 1 - Tipo de caminhão de transferência de resíduos sólidos conforme o tipo de estação de transferência adotada

Tipo de estação	Tipo de caminhão
Descarga direta ou Descarga com armazenagem	Caminhão com carga de topo e descarga pela parte posterior
Mista ou Compactação	Caminhão fechado e reforçado com carga/descarga pela parte posterior

O caminhão compactador é fechado e reforçado para resistir às pressões impostas pelo processo de compactação. Portanto, é mais pesado que um caminhão não-compactador, embora o volume seja substancialmente menor. A operação de descarregamento é relativamente simples e livre de problemas, podendo ser realizada por um sistema hidráulico ou por um equipamento auxiliar desenvolvido para este propósito. Esta é uma das grandes vantagens do caminhão compactador.

O caminhão não-compactador é grande, porém leve, pois não é projetado para resistir a pressões de compactação. De acordo com SCHAPER (1986), o menor peso do caminhão não compactador resulta num aumento de 1 a 3 toneladas por carga em relação a um caminhão compactador. Aço ou alumínio é usado como material de construção. Têm sua parte superior aberta para permitir o carregamento, depois é coberto para prevenir chuvas ou espalhamento do material durante a viagem.

Muitos sistemas têm sido utilizados para descarregar um caminhão de transferência. Uma maneira primitiva é colocar uma rede no seu interior, antes de carregá-lo, com cabos estendidos até sua parte externa, que são puxados por um reboque (Cf. FIGURA 4). As desvantagens desse sistema são o tempo gasto e a necessidade de um reboque e um operador a cada descarga do caminhão. Outros tipos de equipamentos mais modernos são empregados atualmente (Cf. FIGURAS 5 e 6).



FIGURA 4 - Descarregamento de resíduos por meio de cabos de aço.
 FONTE: TCHOBANOGLIOUS et al., 1977 , p. 520.

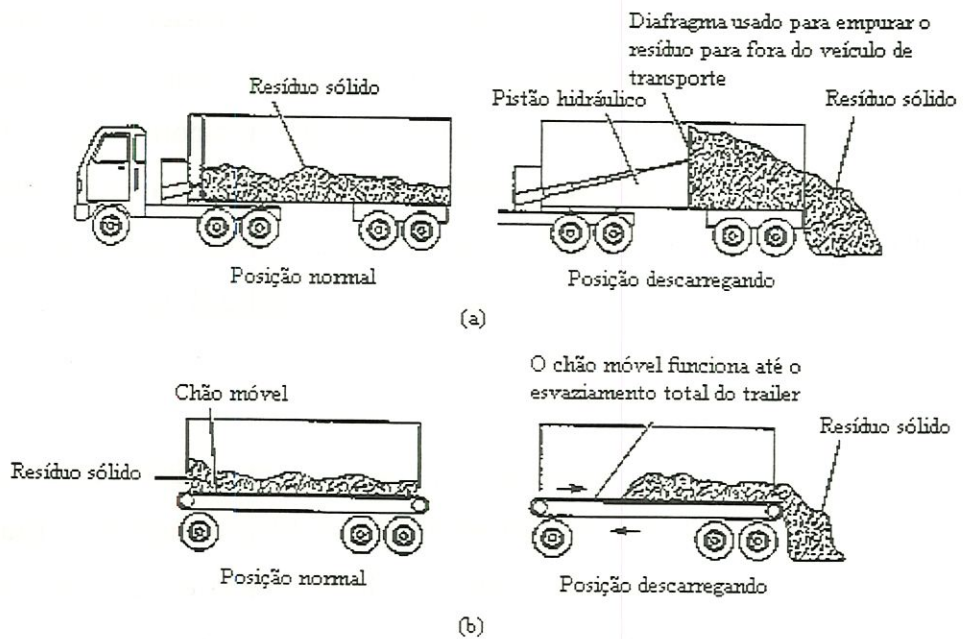


FIGURA 5 - Sistemas de descarregamento hidráulico: (a) diafragma interno e
 (b) chão móvel.
 FONTE: TCHOBANOGLIOUS et al., 1993, p. 347.

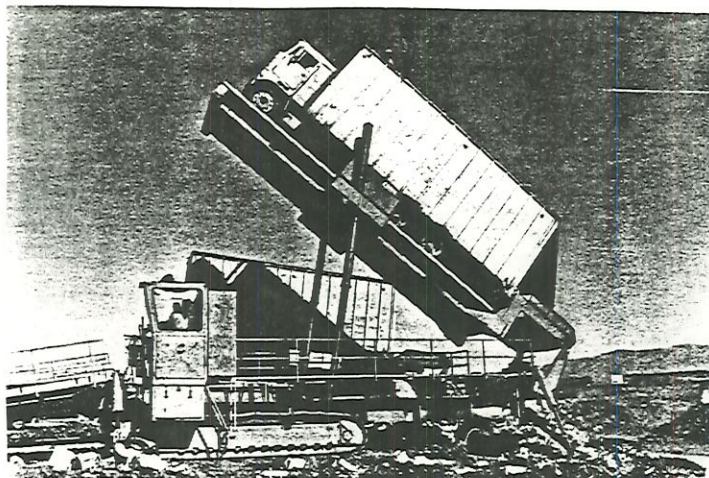


FIGURA 6 - Sistema de descarregamento utilizando rampa hidráulica.
FONTE: TCHOBANOGLIOUS et al., 1977, p. 181.

- **Transporte ferroviário**

Segundo TCHOBANOGLIOUS et al. (1977), em países desenvolvidos o transporte ferroviário era, até então, comumente usado no transporte de resíduos sólidos porém, com o aumento da popularidade do transporte rodoviário, sua frequência diminuiu. Contudo, recomeça o interesse em desenvolver novamente aquele meio de transporte na transferência de resíduos sólidos, especialmente para áreas distantes, onde o acesso por estradas é difícil e as linhas férreas existem e estão disponíveis.

Projetos visando à adaptação de carretas rodoviárias para rodarem diretamente sobre ferrovias têm sido desenvolvido nos EUA e também no Brasil (Cf. FIGURAS 7 e 8). Uma das grandes vantagens desse sistema é o fato de o veículo poder circular tanto em rodovia quanto em ferrovia. Isso elimina as movimentações intermediárias da carga do caminhão para o vagão e vice-versa.

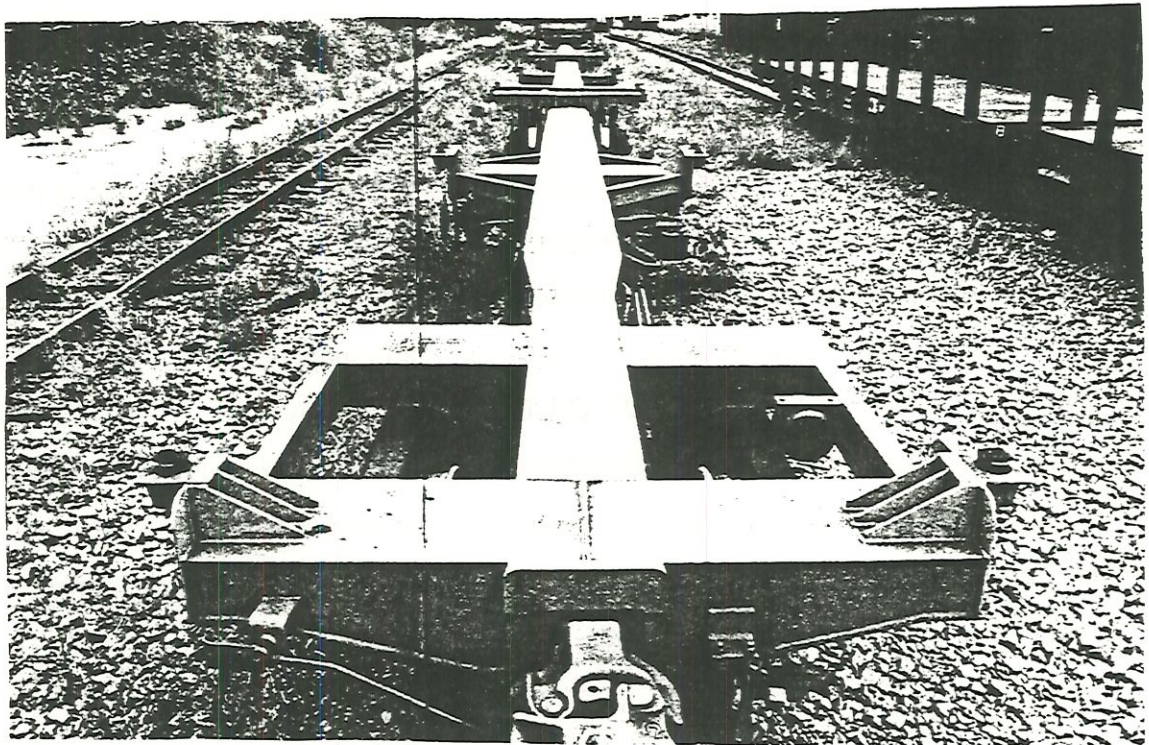


FIGURA 7 - Transporte ferroviário adaptado para carretas.
FONTE: CASER, 1997, p. 8.

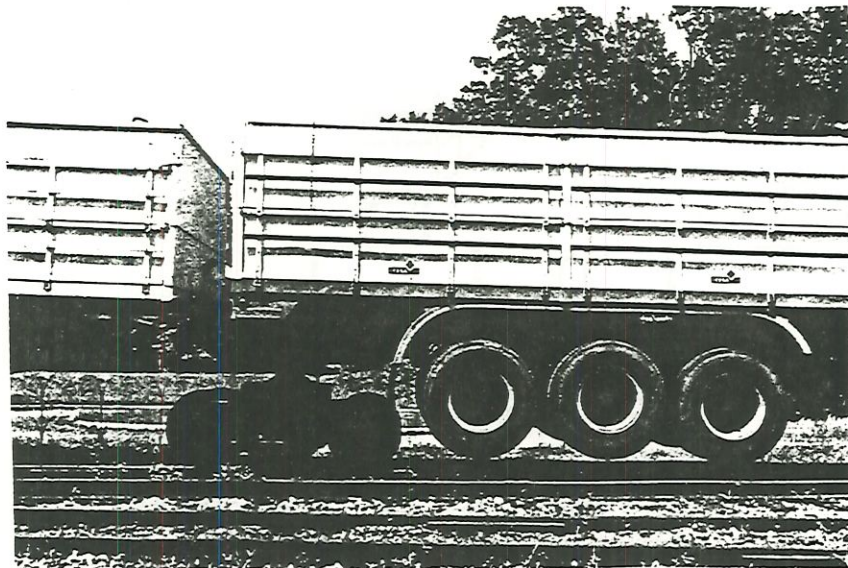


FIGURA 8 - Transporte de carretas diretamente sobre os trilhos.
FONTE: CASER, 1997, p. 9.

- Transporte hidroviário

Um dos maiores problemas encontrados quando embarcações são usadas para o transporte de resíduos sólidos é a impossibilidade de realizar o transporte quando faz mau tempo. Nesses casos, uma grande quantidade de resíduo deve ser armazenada na estação de transferência. Conforme apresentado em *BASURAS DOMICILIARIAS Y LIMPIEZA DE CIUDADES DE LA A.G.H.T.M (1977)*, essa forma de transferência oferece as seguintes vantagens: (a) armazenamento de resíduo no lugar de destino da embarcação; (b) eliminação do importuno tráfego de carretas; (c) utilização de embarcações de grande capacidade que permitam uma armazenagem temporária entre a coleta e a disposição.

A FIGURA 9 mostra uma estação de transferência que utiliza o transporte hidroviário na remoção dos resíduos sólidos para o destino final.

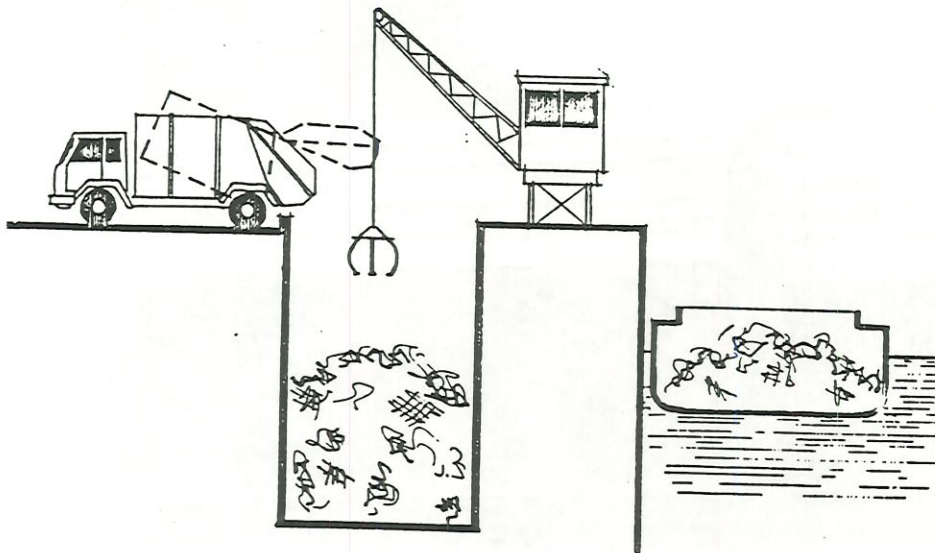


FIGURA 9 - Estação de transferência com transporte hidroviário.
FONTE: HALL, 1993, p. 17.

- **Outros meios de transporte**

Nos Estados Unidos da América, segundo TCHOBANOGLIOUS et al. (1993), a utilização de condutos a vácuo e a baixa pressão no transporte de resíduos sólidos têm-se limitado a áreas com elevada densidade populacional como, por exemplo, em conjuntos residenciais ou comerciais, pois só apresentam a relação benefício/custo favorável quando utilizados em novas unidades.

Outros sistemas para transportar resíduos sólidos foram sugeridos (vários tipos de condutores, amortecedores de ar, bondes pneumáticos e condutos subterrâneos dotados de gôndolas controladas magneticamente) mas, de acordo com TCHOBANOGLIOUS et al. (1993), esses sistemas nunca foram testados.

3.2.2.2.2 *Quanto ao modo de armazenagem*

Quanto ao modo de armazenagem, uma estação de transferência pode ser classificada como do tipo descarga com armazenagem (com fosso de acumulação) e descarga direta (sem fosso) ou mista, que é a composição de vários tipos.

- **Estação tipo descarga com armazenagem**

Estação tipo descarga com armazenagem tem adquirido popularidade nas últimas três décadas. Veículos de coleta descarregam os resíduos diretamente no interior de um fosso ou num pátio de acumulação, no qual um trator especial comprime o resíduo antes de carregar as carretas abertas ou outros equipamentos auxiliares, como pá mecânica e garra hidráulica, utilizados para tal fim. Os equipamentos auxiliares distribuem e nivelam a carga. O fosso armazena os resíduos durante os períodos de pico. Algumas vantagens e desvantagens desse tipo de estação de transferência são apresentadas na TABELA 2.

TABELA 2 - Vantagens e desvantagens da estação de transferência tipo descarga de resíduos armazenados

Vantagens	Desvantagens
* Um ciclo sem interrupção para os veículos de transferência pode ser facilmente conseguido	* O sistema deve possuir pátio ou fosso para acumulação da carga
* A simplicidade de equipamento e operação minimiza a possibilidade de interrupção completa das atividades na estação	* O fosso de armazenagem de resíduos pode ser fonte de proliferação de insetos, ratos, odores e poeira e, também, o trator operando em seu interior pode agravar problemas de ruído
* Cargas de pico podem ser transferidas com mais eficiência, devido à armazenagem	* A aquisição de equipamento para distribuir e auxiliar o carregamento do veículo de transferência requer considerável investimento de capital
* Muitos veículos podem ser descarregados ao mesmo tempo, evitando a formação de filas e reduzindo o tempo de espera dos coletores	* Perigo associado com a possibilidade de alguém cair no interior do fosso
* O investimento em carretas abertas é menor que o investimento em veículos compactadores	* Operação e manutenção de alto custo requerida pelo trator que fica no interior do fosso de acumulação de resíduo
* Compactação por esmagamento do resíduo pelo trator no fosso	* Caminhões de carga de topo precisam ser cobertos após seu carregamento
* Método de carregamento simples	

FONTE: Baseado em BROWN et al., 1981, p. 18-9 e SCHAPER, 1986, p. 201.

Containeres também têm sido empregados com êxito, pois permitem ser removidos por qualquer meio de transporte. Tanto que estações de transferência construídas para atender a áreas de baixa densidade demográfica utilizam freqüentemente containeres tipo *drop-box*, transportados por veículos tipo *front-end* (Cf. FIGURA 10) pois, nesse caso, a coleta domiciliar não é econômica. O tamanho do container pode ser calculado com base na área servida e na densidade populacional.



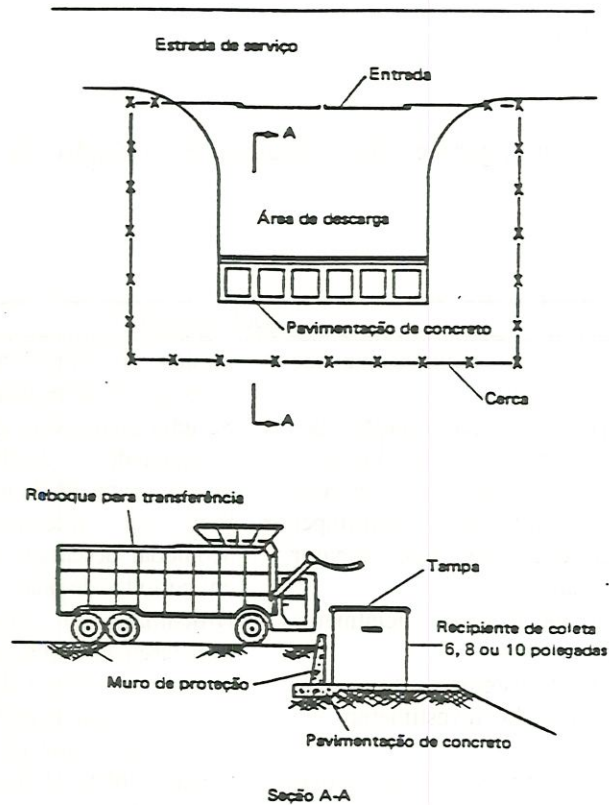


FIGURA 10 - Estação de transferência tipo descarga com armazenagem de pequena capacidade.

FONTE: TCHOBANOGLIOUS et al., 1993, p. 336.

- **Estação tipo descarga direta**

Numa estação tipo descarga direta, veículos de coleta descarregam diretamente dentro de trailers de transferência ou containeres. Equipamentos hidráulicos podem ser usados para distribuir o resíduo no trailer de transferência (evitando sobrecarga por eixo) e podem também executar alguma compactação de resíduo. BROWN et al. (1981) acreditam que a estação tipo descarga direta é inerentemente eficiente porque não existe necessidade de manejo intermediário para transferir o resíduo do veículo coletor para os trailers de transferência. Por não existir fosso de acumulação temporária, evita-se a formação de chorume e vetores.

Porém esse sistema é difícil de se viabilizar economicamente, pois requer uma grande quantidade de caminhões, que permita transferir de imediato o fluxo extremamente irregular de resíduo que chega à estação. Algumas vantagens e desvantagens são mostradas na TABELA 3.

TABELA 3 - Vantagens e desvantagens da estação de transferência tipo descarga direta

Vantagens	Desvantagens
* Este sistema pode manejar resíduos que não são facilmente compactáveis	* Custos de transporte são relativamente altos devido às densidades baixas
* Containeres podem ser transportados por veículos rodoviário, ferroviário e hidroviário	* Se uma quantidade grande de resíduo não compactado é recebida, dificilmente se obterá a capacidade máxima de transporte
* O método simples de carregamento minimiza a possibilidade de ter que interromper completamente as operações para reparar equipamentos danificados	* Pode ser necessário um local para acomodar descargas adicionais de resíduos em períodos de pico
* Traileres abertos são menos caros inicialmente que trailers compactadores	* Dificuldade em conseguir operações de transferência ininterruptas, se o tamanho da frota de veículos de transferência não for suficiente para atender aos períodos de pico
* Se o caminhão de transferência for não-compactador, o custo do investimento em veículos será menor	* Facilidade em formar fila de espera para os veículos coletores descarregarem
* Não há manipulação excessiva das cargas durante a operação de transferência	* O uso de equipamentos auxiliares para se conseguir maiores densidades reduz custos de transporte, mas aumenta custos de capital e operação da estação
* A ausência de equipamento hidráulico minimiza a probabilidade de interrupção das atividades	* Se a estação não for coberta, chorume pode ser gerado no interior do container aberto, devido a chuvas
* Não há armazenamento de resíduos. Logo, inconvenientes como proliferação de ratos, insetos, sujeira, odores, poeiras, etc. são reduzidos	* Perigo associado com a possibilidade de alguém cair no interior de um container ou trailer
* Custo de capital relativamente baixo	* Elementos volumosos não são manejados tão facilmente quanto num sistema com compactação ou com fosso de armazenagem
	* Caminhões carregados pela parte superior devem ser cobertos, antes de sair em direção à central de processamento ou disposição de resíduos, para evitar que o lixo seja levado e espalhado pelo vento durante a viagem

FONTE: Baseado em BROWN et al., 1981, p. 16-8 e SCHAPER, 1986, p. 200.

3.2.2.2.3 Quanto ao tratamento físico prévio

Os sistemas de transferência podem ser classificados, em função da existência de tratamento físico prévio, em: compactação, trituração, enfardamento ou triagem.

- **Estação de transferência com compactação**

Um sistema com compactação hidráulica usa um compactador estacionário e envolve trailers ou containers fechados. Vários métodos são usados para conduzir o resíduo para o compactador: por descarga direta numa guia que direciona a carga, por um trator que empurra o resíduo para fora da área de acúmulo, por uma esteira transportadora ou por meio de um fosso dotado de sistema hidráulico (*hydraulic push-pit*).

O sistema com *push-pit* consiste de uma placa vertical impulsionada por um pistão hidráulico que empurra horizontalmente o resíduo para dentro da carreta, compactando-o em seu interior (Cf. FIGURA 11).

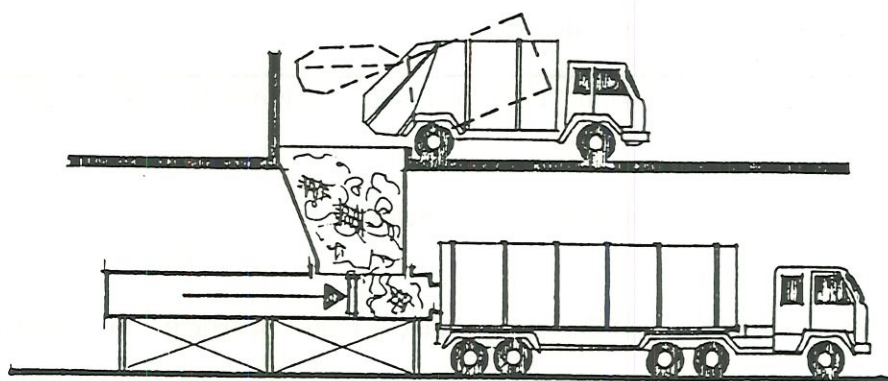


FIGURA 11 - Estação de transferência tipo *push-pit*.

FONTE: HALL, 1993, p. 16.

A seguir a TABELA 4 apresenta vantagens e desvantagens de estação de transferência com compactação.

TABELA 4 - Vantagens e desvantagens da estação de transferência com compactação

Vantagens	Desvantagens
* Os caminhões de transferência podem ser descarregados rápida e eficientemente	* Os custos de investimento são maiores que os custos de sistema sem compactação
* Não havendo armazenamento de resíduos, inconvenientes como proliferação de ratos, insetos e odores são reduzidos	* Se o compactador falhar, não existe normalmente outro modo de carregar os trailers ou containeres
* Resíduos leves podem ser manipulados facilmente pelo compactador	* Não é possível carregar o <i>push pit</i> quando o compactador está carregando
* Baixo custo de transporte devido à alta densidade de carga alcançada com a compactação	* Pedacos longos de aço devem ser removidos normalmente antes da compactação, para prevenir perfurações na lateral do trailer ou container
* O natural enclausuramento do trailer ou container não requer operação de enlonação a cada carregamento e descarregamento. Porém esse tempo pode ser gasto acoplando e desacoplando o caminhão no compactador	* O limitado espaço de estocagem do compactador causa problema de filas nos períodos de pico; além disso, é mais adequado para estações de transferência que recebem pequeno volume de carga
* O compactador pode ser utilizado para quase todo tipo de material volumoso que possa ser alocado na câmara do compactador porque dispõe de grande força hidráulica	* O peso extra do sistema de compactação e a necessidade de reforço no caminhão compactador reduzem a capacidade de carga de transferência
* O resíduo fica exposto o mínimo, porque é rapidamente empurrado para o interior dos caminhões cobertos	* Nem todos os resíduos são compatíveis com o sistema de compactação
* Se houver <i>push-pit</i> , consegue-se alguma armazenagem nos períodos de pico	

FONTE: Adaptado de BROWN et al., 1981, p. 19-22 e SCHAPER, 1986, p. 201.

• Estação de transferência com trituração

Segundo FERREIRA (1972), são instalações que possuem um moinho de grandes dimensões, que tritura o resíduo, reduzindo os vazios sem redução de peso (aumento no peso específico do resíduo). É o sistema menos utilizado, principalmente por exigir manutenção onerosa, pois a duração dos martelos do moinho é muito pequena.

Os moinhos de martelo ou de facas podem ser de eixo vertical ou horizontal, exigindo separação prévia dos materiais não trituráveis. As instalações consomem muita energia e há necessidade de trocar o martelo após terem sido invertidas as suas faces. Os martelos podem ser recuperados por solda, mas o problema consiste no tempo perdido em sua substituição. Nesse tipo de sistema, deve-se tomar cuidado com explosões causadas por tinta, aerosol ou tiner e também com a sobrecarga do equipamento pela passagem de peças grandes e duras. Vantagens e desvantagens desse tipo de estação estão na TABELA 5.

TABELA 5 - Vantagens e desvantagens da estação de transferência com trituração

Vantagens	Desvantagens
* O custo de investimento por tonelada processada é reduzido	* Desgaste intenso dos martelos ou das facas e do rotor
* Rendimento grande, pois aumenta a densidade após compactação	* Maior quantidade de equipamentos e manipulação do resíduo
* Melhora a aparência do resíduo	* Paralisações frequentes
* Diminui o risco de incêndio	* Maior nível de ruído
* Possibilita a aceleração dos processos de degradação bioquímica	* Necessidade de sistema elétrico de grande potência
* Reduz a espessura da camada de cobertura de aterros sanitários	* Custo grande de manutenção
* Reduz o nível de mau cheiro e a possibilidade de atrair vetores (ratos e insetos)	

FONTE: Adaptado de WILSON, 1981, p. 228-39.

• Estação de transferência com enfardamento

Esta tecnologia consiste em comprimir o resíduo sólido em uma máquina de redução de volume até obter um fardo denso apropriado para transporte e aterramento. É inteiramente compatível com os programas de coleta diferenciada e reciclagem. A versatilidade do sistema pode produzir uma variedade de fardos, de refugo metálico e resíduo fibroso (papel, papelão, etc.). Com a utilização de fardos pode haver a recuperação de áreas degradadas eficiente e economicamente, com conseqüente valorização decorrente da melhoria estética.

- * Vantagens: reduz a umidade do resíduo; reduz a geração de chorume e gases; possibilita o transporte de forma mais controlada e econômica; facilita a descarga e empilhamento no local de disposição de resíduo; reduz a formação de odor desagradável; reduz a espessura da camada de cobertura de aterros sanitários.
- * Desvantagens: maior nível de ruído; alto custo de investimento; maior quantidade de equipamentos e manipulação do resíduo; necessidade de sistema elétrico de grande potência.

- **Estação de transferência com triagem**

Uma estação de transferência pode realizar a triagem de resíduos potencialmente recicláveis ou reutilizáveis (como materiais ferrosos e não ferrosos, papéis, papelões, plásticos, vidros e outros). O objetivo não é somente obter recurso financeiro que diminua o custo da operação. É também reduzir a quantidade de material transportado. As estações de recuperação/transferência de materiais são atraentes por causa da economia de custo que possibilita, dada a variedade de combinações de atividades em uma simples unidade.

3.2.2.2.4 Quanto ao porte

De acordo com JERRY & NATHANSON (1986) e LEME (1982) as estações de transferência de resíduo sólido podem ser classificadas, quanto à sua capacidade de manejo, em: (a) pequena: menos que 100 t/dia; (b) média: entre 100 e 500 t/dia; (c) grande: mais de 500 t/dia.

Estações de transferência de pequeno e médio portes consistem em unidades simples, que restringem-se apenas à transferência dos resíduos de veículos de coleta para os caminhões de transporte, com o mínimo de sofisticação.

No entanto, estações de grande porte são geralmente complexas, compostas de infra-estrutura e equipamentos sofisticados, podendo ser também um centro de recuperação de resíduos sólidos.

3.2.2.3 Localização

A localização da estação de transferência é uma das mais importantes etapas de planejamento, porque influenciará diretamente nos tempos de deslocamento, nos percursos dos veículos coletores e de transporte de resíduos e, em consequência, nos custos correspondentes.

Pode parecer que a melhor localização de uma estação de transferência seja no baricentro da área de coleta. No entanto, esse centro de carga se situa frequentemente em zona urbana caracterizada por alto custo de terrenos, restrições de vizinhança, etc. Esses motivos normalmente inviabilizam sua implantação no local, como pode ser observado no trabalho de AGUIAR (1993).

RHYNER et al. (1995) recomendam que estações de transferência sejam localizadas em zonas industriais. Isso porque se trata de uma instalação muito impactante, com impactos ambientais negativos, que depreciam o valor da propriedade e dificultam a instalação da unidade. A maioria desses problemas pode ser minimizada pela escolha adequada do local, bom projeto, operação eficiente e educação pública. Logo, cuidados extremos devem ser tomados na escolha do local da estação de transferência. A aceitação pública será maior se o processo de seleção for cuidadosamente planejado e envolver a comunidade.

Uma localização criteriosa inclui: proximidade da zona de coleta; proximidade às principais vias pavimentadas e sinalizadas; acessibilidade para a maioria das rotas; áreas de terra adequadas promovendo isolamento (é necessário definir áreas tampões ao redor do perímetro da estação para reduzir o impacto gerado pelo barulho e

tráfego de veículos e também para reduzir o impacto visual da operação), por meio de jardins, estacionamentos, muros, etc.; zonas apropriadas em relação ao tráfego e local servido por serviços essenciais (água, telefone, drenagem e outros), pois este é um importante fator de influência no custo global de implantação.

Vários modelos matemáticos de solução aproximada têm sido desenvolvidos, baseados em estimativas de custos para identificar uma localização ótima para unidades de resíduo sólido. A solução obtida com métodos aproximados indica uma solução ótima com margem de erro dentro de 10%. Logo, para TCHOBANOGLIOUS et al. (1993), esses métodos são suficientemente exatos para a maioria das aplicações práticas no campo de gerenciamento de resíduo sólido. A solução ótima pode ser obtida por vários métodos apresentados na literatura de programação linear.

3.2.2.4 Equipamentos e acessórios

Os equipamentos e acessórios a serem usados dependem da função da estação no sistema de gerenciamento de resíduos. É necessário dotar o sistema de equipamentos para distribuir e equalizar os resíduos dentro do veículo de transferência. Os tipos e quantidades de equipamentos necessários variam com o tipo e o porte da estação. Em algumas instalações tem sido utilizada com sucesso uma garra hidráulica suspensa para transferir os resíduos do fosso para a carreta e distribuir e equalizar as cargas.

Todas as estações de grande e médio portes deveriam ter balanças para monitorar a operação e para obter dados significativos de engenharia. Balanças são também necessárias quando a estação atende ao público em geral.

3.2.2.5 Manutenção

Unidades de manutenção devem ser dimensionadas de acordo com o tamanho e a necessidade de cada estação de transferência. Estações grandes podem requerer manutenção intensa em seus equipamentos e nos veículos de transferência.

Por exemplo: uma frota de tratores de transferência requer atenção diária, maiores reparos e revisões. Assim, a existência de uma unidade de manutenção rotineira é muito importante. Por outro lado, os serviços mais complexos podem ser terceirizados.

A manutenção é fator crítico, determinante da disponibilidade da frota de veículos e equipamentos. Inclui basicamente três aspectos: o preventivo, o corretivo e o emergencial.

A eficiência de um sistema de manutenção preventivo traz como consequência:

- redução do número de defeitos;
- redução do tempo gasto para reparações;
- minimização do custo operacional;
- aumento da vida útil do sistema.

Em geral, a inexistência de manutenções preventivas e corretivas adicionada a fatores imprevisíveis determinam as ocorrências de emergência.

3.2.2.6 Dimensionamento

De acordo com FERREIRA (1972), o dimensionamento de estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares pode ser feito calculando-se as expressões matemáticas apresentadas a seguir.

Tempo total de ciclo: é o tempo total gasto por um veículo de transferência para remover os resíduos para o destino final e voltar à estação de transferência. É expresso por t em minuto. Tem-se então:

$$t = t_c + t_p + t_d, \quad (1)$$

em que t_c é o tempo de carregamento do veículo de transferência, t_p é o tempo gasto no percurso (ida e volta) da estação ao destino final dos resíduos e t_d é o tempo de descarregamento do veículo de transferência. Dados em minuto.

Número de viagens por dia: é a quantidade total de viagens necessárias para remover os resíduos que chegam à estação ao longo de um dia. É expresso por n_{vd} (viagem/dia). Então, tem-se:

$$n_{vd} = \frac{q}{c_{vt}}, \quad (2)$$

em que q é a quantidade média de resíduos recebida pela estação (tonelada/dia) e c_{vt} é a capacidade média de carga do veículo de transferência (tonelada/viagem). PHILLIPI Jr. (1979) considera q como sendo a quantidade média de resíduos recebida pela estação, acrescida de uma sobrecarga de 10 %.

É fundamental conhecer não somente a quantidade diária média e de pico a ser recebida pela unidade, como também a quantidade horária de pico. A estação de transferência tem que ser capaz de transferir ou armazenar os resíduos que chegam no horário de pico. No entanto, projetar uma estação para esse volume de pico pode se tornar muito caro. Então, para contornar essa situação, o ideal é que o fluxo de veículos coletores que chegam à estação seja ajustado e distribuído ao longo de todo o dia, reduzindo assim os picos de carga, o que na prática nem sempre é viável.

A análise dos períodos de pico de carga é importante também para evitar a formação de filas dos coletores e tempo de espera muito longo. Para BROCKWAY (1997), o comprimento de fila e o tempo de espera é estimado, geralmente, assumindo

a teoria convencional de filas e a distribuição de Poisson, válidos para os veículos coletores que chegam à estação.

Número de veículos de transferência em operação: é a quantidade de veículos de transferência necessária para remover os resíduos recebidos ao longo de um dia. É expresso em n_{vo} . Tem-se então:

$$n_{vo} = \frac{(n_{vd} \cdot t)}{j}, \quad (3)$$

em que n_{vd} é o número de viagens por dia, t é o tempo de ciclo e j é a jornada de trabalho da estação de transferência, partindo-se do pressuposto de que a jornada de trabalho da estação é a mesma dos veículos de transferência.

Número de veículos-reserva de transferência: é a quantidade de veículos adicionais para substituir reparos e manutenção de veículos em caso de emergência. De acordo com SCHAPER (1986), deve-se considerar o número de veículos de transferência reserva igual a 10 % do número de veículos de transferência em operação. É expresso por n_{vr} . Então, tem-se:

$$n_{vr} = 10\% \cdot n_{vo} \quad (4)$$

Número total de veículos de transferência: é o somatório entre o número de veículos em operação e o número de veículos reserva. É expresso por n_{vt} . Tem-se então:

$$n_{vt} = n_{vo} + n_{vr} \quad (5)$$

Número de viagens por veículo: é a quantidade máxima de viagens que um veículo de transferência poderá realizar. É expresso por n_{vv} . Tem-se então:

$$n_{vv} = \frac{n_{vd}}{n_{vo}}, \quad (6)$$

em que n_{vd} é o número de viagens por dia e n_{vo} é o número de veículos de transferência em operação.

Capacidade de estocagem: é a quantidade de resíduo que a estação de transferência pode armazenar. É expresso por c_e , em tonelada. Tem-se então:

$$c_e = (n_f \cdot c_f) + (n_{vt} \cdot c_v) + (n_c \cdot c_c) \quad (7)$$

em que n_f é o número de fossos de acumulação de resíduos, c_f é a capacidade de armazenamento do fosso em tonelada, n_{vt} é o número de veículos de transferência, c_v é a capacidade de carga do veículo de transferência (tonelada). Caso haja sistema de compactação, adiciona-se o produto entre n_c , que é o número de compactadores, e c_c , que é a capacidade de acumulação de carga no compactador em tonelada.

No dimensionamento dos fossos de acumulação de resíduos, JARDIM & WELLS (1995) lembram que os resíduos podem sofrer, após serem descarregados pelos coletores compactadores, um aumento de volume de 20 a 25 %.

BROCKWAY (1997) recomenda que, nos locais em que o nível do lençol freático está próximo à superfície, o fosso ou o pátio de descarga de resíduos seja construído 4 a 6 m acima do nível do solo.

Capacidade operacional da estação de transferência: é a quantidade de toneladas que a estação de transferência pode manipular. É expressa por c_o em tonelada/dia. Tem-se então:

$$c_o = c_t + c_e, \quad (8)$$

em que c_t é a capacidade média de transferência da estação (tonelada/dia) e c_e é a capacidade de estocagem (tonelada/dia).

Número de sistemas: é a quantidade de sistemas de transferência necessários. É expresso por n_s . Tem-se então:

$$n_s = \frac{q}{c_o}, \quad (9)$$

em que q é a quantidade média de resíduos recebida pela estação (tonelada/dia) e c_o é a capacidade operacional da estação de transferência (tonelada/dia).

É importante notar que uma estação de transferência terá um aproveitamento total do investimento realizado, se render o máximo de sua capacidade, ou seja se seus equipamentos funcionarem na máxima capacidade efetiva. O que equivale a dizer que a estação só terá um aproveitamento máximo de sua capacidade se funcionar 24 h/dia.

Em estações de transferência do tipo descarga direta, a rampa de transbordo deve ser de material que evite derrapagens, e deve ter uma inclinação de até 10 %, segundo PHILLIPI Jr. (1979), terminando na parte superior em uma plataforma horizontal para nivelar os coletores antes da descarga de resíduos.

3.2.3 Aspectos sanitários

As estações de transferência de grande porte são fechadas e construídas com materiais que podem ser facilmente limpos. Para estações do tipo descarga direta, com áreas de carregamento abertas, atenção especial deve ser dada ao problema de papéis serem levados pelo vento. Telas ou outras barreiras normalmente são usadas.

A melhor maneira de manter o saneamento global da estação de transferência é através do seu monitoramento contínuo. Segundo TCHOBANOGLIOUS et al. (1977), os resíduos devem ser apanhados imediatamente após seu derramamento, ou não deve ser permitido seu acúmulo por mais de 1 ou 2 horas. Para manter baixa a poeira na área de armazenagem, TCHOBANOGLIOUS et al. (1993) dizem que, em estações americanas de transferência dotadas de fosso, são freqüentemente empregados pulverizadores de água. Para prevenir a inalação de poeira, os operários devem usar protetores nasais. Na estação de transferência de São Francisco, Estados Unidos, as máquinas utilizadas na área de armazenagem têm cabine fechada com ar condicionado e filtros de poeira, fato que não ocorre no Brasil.

3.2.4 Aspectos econômicos

3.2.4.1 Análise de custos

O maior incentivo para a construção de uma estação de transferência é a redução dos custos totais de transporte. A economia no custo, associada à operação de transferência, é possível devido às razões já apresentadas no item 3.2.1.1, p. 39.

Os custos de transferência podem ser categorizados como a seguir:

- Investimento da estação de transferência (inclusive equipamentos).
- Operação da estação de transferência (inclusive manutenção).
- Investimento em veículos de transferência.
- Operação dos veículos de transferência (inclusive manutenção).

Os custos de planejamento e construção da estação são os primeiros gastos necessários para iniciar o empreendimento. Incluem a realização de estudo de impacto ambiental e análise de risco, aquisição de terreno em posição estratégica, projeto e construção da estação propriamente dita e da infra-estrutura necessária. O custo do terreno é proporcional à quantidade de área necessária, a qual está relacionada com a capacidade da estação. Custos de construção dependem de variáveis como: porte da estação, fundação requerida, arquitetura, controle de poeira e odor, vestiário para os operários, unidades auxiliares (pesagem, manutenção, etc). O custo de investimento da estação é único para cada situação e deve ser refinado após a conclusão do projeto.

PHILLIPI Jr. (1979) conclui que, para pequenas quantidades de resíduos, a estação de transferência precisará de maior área unitária de terreno (m^2/t) que para grandes quantidades, independentemente do tipo de estação analisado. E destaca que, para instalações com capacidade inferior a 100 t/dia, os investimentos em construção

civil praticamente não se modificam, a não ser em casos excepcionais de topografia favorável e quantidades pequenas de resíduo.

Acrescentando-se ao custo da estação, incluem-se os equipamentos de manipulação dos materiais. O custo de compra desses equipamentos dependerá da quantidade e do tipo de equipamentos necessários à transferência.

Os custos de operação da estação incluem mão-de-obra, manutenção, seguro e impostos. O custo de manutenção varia com o tipo de estrutura e equipamentos adotados. Uma estimativa do custo de manutenção pode ser feita usando-se uma porcentagem do custo de investimento, conforme se verifica em SCHAPER (1986, p. 213).

O INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (1973) afirma que o número de motoristas necessários para operar a frota de veículos deve ser igual ao número de veículos em condições de operação, acrescido de 25% para cobrir férias, faltas, licenças e remoções extraordinárias. Diz também que, quando a frota for usada em regime de dois turnos por dia, esse número obviamente terá que ser dobrado. De acordo com PHILLIPI Jr. (1979), o número necessário de operários para estações de transferência do tipo descarga direta é no máximo 3 (1 encarregado e 2 trabalhadores). Para SCHAPER (1986), a mão-de-obra necessária varia com a capacidade da estação, de acordo com a TABELA 6.

TABELA 6 - Mão-de-obra requerida por uma estação de transferência

Posição ^a	Capacidade da estação (t/8-h diárias e 6-dias semanais)			
	100	300	500	1000
Supervisor	0	1	1	1
Operador de equipamentos	1	2	2	3
Operador de balanças	1	1	2	3
Operário	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{2}$
Total	3	6	8	11

^aA tabela não inclui operadores de carregador, mecânicos ou zeladores.

FONTE: SCHAPER, 1986, p. 210.

O custo do veículo de transferência é função do número de veículos necessários e das distâncias percorridas. E o custo de operação dos veículos de transferência inclui combustível, óleo, pneus e manutenção.

O custo total da transferência é calculado somando o custo de investimento da estação, os custos operacionais da estação, os custos de investimento dos veículos de transferência e o custo de operação dos veículos de transferência. Pode ser expresso em unidades monetárias por tonelada (\$/t). O custo total de transferência pode ser comparado com o custo da coleta sem estação de transferência, desde que considere o período de transição para a implantação do sistema de transferência. A distância percorrida pelos veículos de coleta são freqüentemente maiores que as percorridas pelos veículos de transferência, por esta razão DAVIS & CORNWELL (1991) acreditam que a análise de custos deve ser baseada em tempo, e não em distância, para fornecer uma comparação satisfatória.

3.2.4.2 Viabilidade econômica

A viabilidade econômica de operações de transferência é dependente da habilidade da empresa responsável em administrar a estação. Investindo em estações de transferência o poder público amplia sua viabilidade econômica, promovendo, no mínimo, dois benefícios: (1) a margem de lucro das empresas públicas é normalmente menor que a das particulares, e (2) demonstra que a sociedade considera a estação uma parte benéfica do sistema de gerenciamento de resíduos. Tal investimento encoraja a entrega dos resíduos na estação, diminuindo assim a incidência de resíduos em beiras de estradas ou leitos de rios.

O fator crítico para assegurar uma estação de transferência lucrativa ou, no mínimo, que não dê prejuízo é administrar o custo operacional (\$/t) em função da capacidade real de transferência da estação (t/dia).

O modelo microeconômico de oferta e procura pode ser usado para ilustrar a relação entre custo e benefício para uma estação de transferência. Essa relação é mostrada na FIGURA 12.

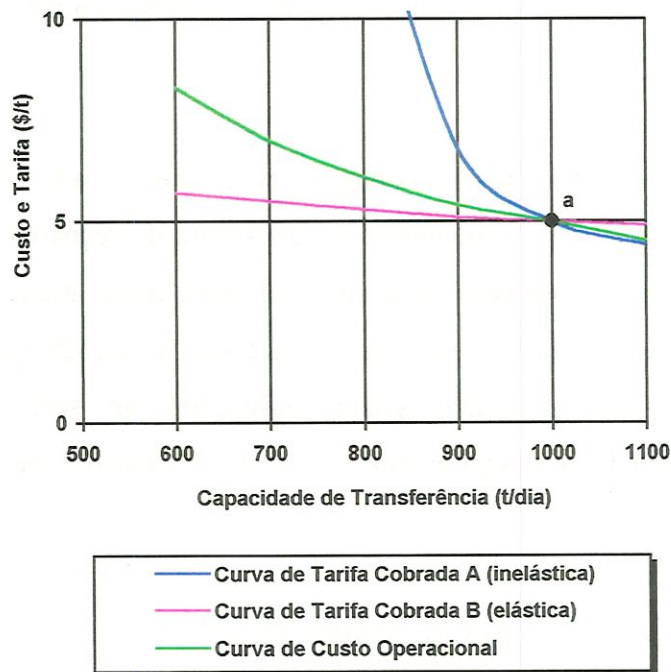


FIGURA 12 - Curva capacidade operacional *versus* custo operacional.
 FONTE: TCHOBANOGLIOUS et al., 1977, p. 461.

As curvas de demanda (*A* e *B*) e a curva de custo operacional têm interseção no ponto *a* quando, por exemplo, uma estação é projetada para transferir 1000 t/dia de resíduos com custo operacional e tarifa de 5 \$/t. Ou seja, se estiver operando em plena capacidade, o custo operacional será igual ao faturamento de 5000 \$/dia. Porém, se o mercado for elástico, ou seja, se houver muitos concorrentes à estação de transferência, a curva de demanda será similar a curva *B*. Nesse caso, se operar com 900 t/dia e o custo operacional permanecer em 5000 \$/dia, seu faturamento será de 4500 \$/dia (900 t/dia multiplicado por 5 \$/t) e a estação de transferência terá um prejuízo de 500 \$/dia. Então, para não ter prejuízo a empresa responsável pela

estação deverá diminuir a tarifa por tonelada (\$/t) para atrair maior volume de carga a ser transferida.

Por outro lado, se o mercado for inelástico (curva A), ou seja, se não houver concorrência à estação de transferência, a tarifa pode ser elevada para 5,6 \$/t no caso de administração da estação por uma empresa pública, ou mesmo 6 \$/t, se a empresa for particular.

Na maioria das situações de transferência e transporte, os dados empíricos das relações de demanda não estão disponíveis, devido à falta de registros uniformes e sistemáticos mantidos pelas empresas envolvidas. Quando a empresa que administra a operação de transferência também é responsável pela coleta, é de extrema importância que os custos das duas atividades sejam registrados em separado. Isso é especialmente vital quando se deseja ampliar ou construir unidades de transferência adicionais.

3.2.5 Escolha de estações de transferência

A decisão de escolher uma ou mais estações de transferência de resíduos sólidos deve ser baseada na análise de aspectos econômicos, técnicos, políticos e sociais (metas da comunidade e aceitação pública da estação), para estabelecer qual o tipo de estação é o mais adequado para cada local específico. Portanto, uma análise cuidadosa é necessária para uma avaliação comparativa entre um sistema de manejo com estação de transferência (transporte indireto) *versus* um sistema com os veículos coletores indo diretamente ao local de destino final dos resíduos sólidos (transporte direto).

A FIGURA 13 pode ser usada para ilustrar a análise comparativa entre o transporte direto e o transporte indireto. O ponto de interseção entre a curva do transporte direto e a curva do transporte indireto identifica a distância na qual uma estação de transferência torna-se viável. O custo global da transferência de resíduos é

dominado pelo custo fixo da estação de transferência. Isso é visto na FIGURA 13, na qual a curva da estação de transferência intercepta o eixo vertical num ponto afastado da origem. A vantagem de se comparar os custos operacionais de transporte de resíduos é atribuído ao fato de a curva de custo do transporte indireto crescer de modo menos abrupto que a curva do transporte direto.

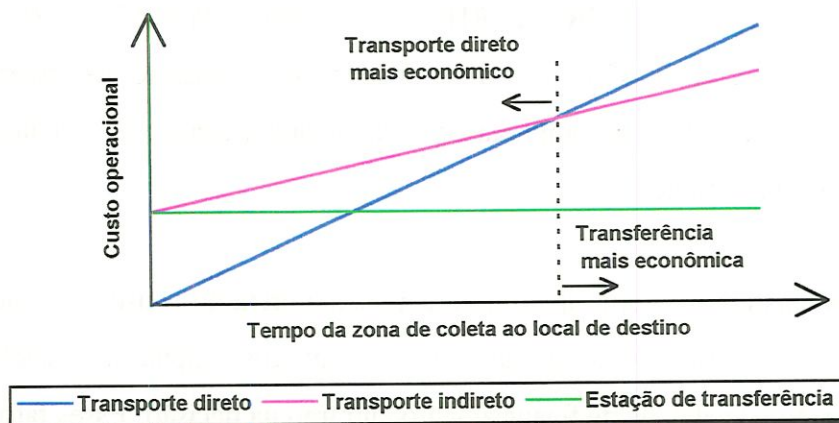


FIGURA 13 - Representação típica da análise de custos para uma estação de transferência de resíduos sólidos.

FONTE: Adaptado de HAGERTY et al., 1973, p. 51.

Para TCHOBANOGLOUS (1977), a viabilidade técnica de uma estação de transferência está relacionada com as seguintes questões: (a) se a estação de transferência melhorará a eficiência do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos como um todo (eficiência esta avaliada em termos de economia de custos); (b) quais as características operacionais da transferência que podem afetar sua implementação e quais as medidas mitigadoras empregadas para minimizar os problemas (problemas como excesso de ruído, congestionamentos, condições anti-estéticas devem ser eliminados na fase de planejamento, projeto e escolha do local adequado); (c) se a estação de transferência poderá ser empregada para outros usos, tais como pré-processamento e reciclagem de resíduos.

Modelos freqüentemente auxiliam a análise técnica. Um modelo fornece uma visão simplificada e generalizada das características importantes da situação real. Para

WILSON (1981), o uso de modelos de pesquisa operacional sofisticados não é necessariamente a melhor alternativa, podendo ser muito mais útil usar um modelo relativamente simples para simular diferentes situações e comparar os resultados.

Trabalhos como os de CHANG et al. (1996a), CHANG et al. (1996b), COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA (1977), JENSEN & CHRISTENSEN (1986), WENGER & RHYNER (1988), WIRASINGHE & WATERS (1983) e YAFFE (1974) dão uma amostra da utilização de diversas técnicas matemáticas que podem ser empregadas para auxiliar a análise de viabilidade técnica de unidades de resíduos.

Forças políticas em uma sociedade freqüentemente afetarão o uso da estação de transferência. Fatores tais como o número de empregos, capital despendido, localização da estação e facilidade de financiamento entrarão na decisão. Esses fatores parecem válidos, indiferentemente do caráter público ou privado da empresa gerenciadora da estação de transferência. Portanto, o administrador deve estar ciente da importância das interações políticas envolvendo a viabilidade de operações de transferência.

A aceitação da estação de transferência por parte da sociedade pode ser conseguida somente pela superação da imagem tradicional que uma estação de transferência possui. Tradicionalmente ela é considerada como sendo “mais um depósito de lixo”. Portanto, somente o tempo e a história de unidades já em funcionamento podem ser usadas para superar essa imagem negativa.

O estímulo à participação do público em geral no planejamento e na operação de estações de transferência de resíduo sólido deve ser uma das formas de viabilização política do emprego dessas instalações. Entretanto, essa participação deverá ser, preferencialmente, sob modos de informação e consulta, sem que o administrador decline do seu dever de decidir entre alternativas.

3.2.5.1 Planejamento de estações de transferência

A seguir, sugere-se etapas de planejamento que visam a auxiliar a escolha de estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares (Cf. FIGURA 14), indicando fatores a serem considerados em cada etapa.

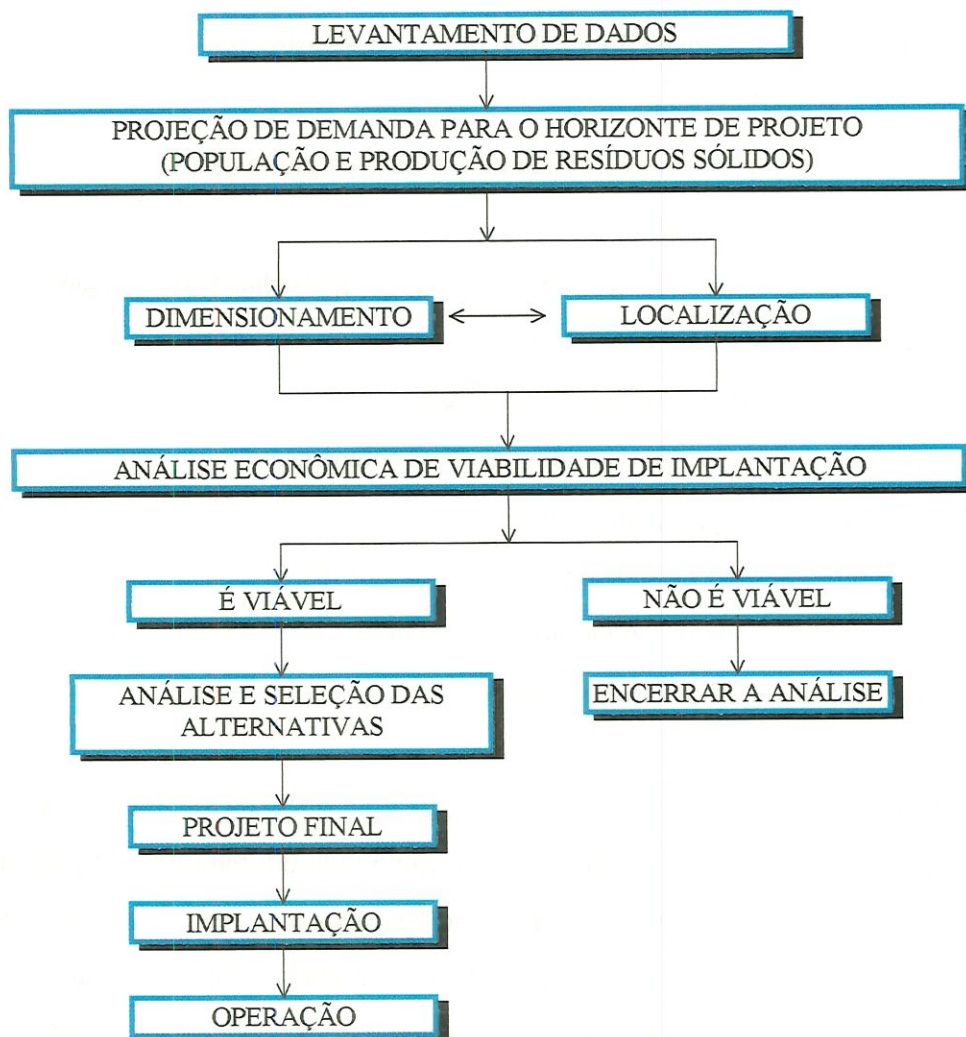


FIGURA 14 - Etapas da análise de planejamento para uma estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares.

A primeira etapa consiste na obtenção de dados e informações gerais que permitam a caracterização da cidade em estudo e a estimativa dos custos de projeto

da estação. Coletados todos os dados necessários, eles devem ser analisados e corrigidos os eventuais desvios. Por exemplo, dados como:

- mapas da cidade;
- população atual e dos últimos dez anos;
- densidade demográfica;
- localização da garagem e dos setores de coleta;
- localização e capacidade do local de destino dos resíduos;
- método de destino usado;
- número de componentes e jornada de trabalho da guarnição;
- costumes da população;
- zoneamento, topografia, tipos de calçamento e principais vias da região;
- horários e frequência das coletas;
- quantidade e teor de umidade do lixo gerado;
- quantidade, tipo e capacidade dos veículos coletores;
- distância e tempo gastos na coleta;
- capacidade máxima de transporte permitida por lei;
- meios de transporte que poderão ser utilizados;
- planilha de custos do transporte direto.

A etapa seguinte é a previsão de população e de geração de resíduo para o horizonte de projeto (recomenda-se 10 a 20 anos como vida útil para uma estação de transferência). A partir dos dados históricos de população e produção de resíduo dos últimos dez anos, conhece-se a taxa provável de crescimento da população e da produção de resíduo domiciliar, o que permite estimar a capacidade da estação no horizonte de projeto. Recomenda-se que se projete a estação de transferência em módulos, prevendo expansões ao longo de sua vida útil em função do incremento da produção de resíduos.

A terceira etapa é a determinação dos locais mais adequados para implantar a estação de transferência, a qual deve ser realizada em conjunto com a quarta etapa: o dimensionamento das estações.

O estudo de localização de estações de transferência pode ser subdividido nas seguintes etapas:

1. Seleção de critérios, considerando: as restrições ambientais, urbanas e sociais; o uso e a ocupação do solo; a malha viária existente; a área necessária para a instalação; os tempos e as distâncias de remoção dos resíduos; a densidade populacional e a produção de resíduos.
2. Definição da importância relativa de cada critério.
3. Aplicação de algum método ou modelo matemático já consagrado na localização de empreendimentos, de forma a maximizar os benefícios da transferência; melhorar a organização desse serviço; contribuir para o bem estar e conforto da população; facilitar a circulação.
4. Análise das alternativas resultantes.

O dimensionamento de cada estação pode ser realizado utilizando as expressões apresentadas no item 3.2.2.6 (Cf. p. 59). Nesta etapa é importante levar em conta:

- O tipo de resíduo que chegará à estação. Características como: peso específico, umidade, composição física e compressibilidade devem ser analisadas para escolher os equipamentos e os veículos de transferência adequados.
- A quantidade dos resíduos que chegará à estação ao longo do dia, o tempo gasto no percurso de ida e volta da estação ao destino final e as condições de tráfego da região influenciam na quantidade e no tipo de veículo de transferência e, também, na formação de filas de espera para os veículos coletores.
- O tipo de equipamento de coleta. O tempo de descarga dos coletores influencia no dimensionamento das frentes de carregamento dos veículos de

transferência, por exemplo: coletores com descarga rápida de resíduos aumentam a rotatividade nas frentes de carregamento.

- O método de destino final dos resíduos influi na escolha do processo de descarga dos veículos de transferência e da realização de outras operações na estação, além da transferência propriamente dita.
- A topografia do local escolhido. Terrenos acidentados facilitam a construção de rampas, já que uma estação normalmente tem dois níveis de operação.
- O tipo de vizinhança da estação influenciará no projeto arquitetônico e no controle de poluição que deverá ser providenciado.
- A economicidade do sistema, pois a maior parcela do custo do transporte indireto é o custo da estação de transferência.

A última etapa é a análise econômica de viabilidade de implantação de estações de transferência para cada unidade determinada nas etapas anteriores. Portanto, o pré-projeto e a localização de cada unidade potencial já devem estar devidamente elaborados.

Nesta etapa, dever-se-á comparar os custos do transporte direto com os custos do transporte indireto, determinando o ponto de equilíbrio entre os dois sistemas. Dever-se-á também verificar a viabilidade financeira do empreendimento, ou seja, verificar se o município é capaz de arcar (por meio de financiamentos ou recursos próprios) com os custos do período de transição, período em que o transporte direto estará sendo executado, a estação estará sendo construída, os equipamentos e os veículos de transferência estarão sendo adquiridos, tudo isso ocorrendo concomitantemente.

Se for constatada a inviabilidade econômica do empreendimento, encerra-se a análise. Caso contrário, os resultados deverão ser analisados no que se refere a gastos de capital, interferências no sistema de coleta e transporte, disponibilidade de locais adequados, restrições urbanas e ambientais e, também, custos operacionais. Só então

serão selecionadas as alternativas que se mostrarem viáveis economicamente e compatíveis com a realidade local.

Após todo esse processo descrito anteriormente, dever-se-á elaborar o projeto final e executar as etapas de implantação e operação das unidades de transferência determinadas pela análise realizada.

3.3 Artigos comentados

Nesta seção expõe-se o conteúdo e tecem-se comentários sobre artigos cuja análise é relevante a discussão do tema em estudo, por revelar importantes experiências que foram ou estão sendo realizadas. Portanto, por meio desta seção pode-se perceber o avanço alcançado pelas estações de transferência de resíduos sólidos durante as três últimas décadas e quais são as tendências futuras.

YAFFE (1974) apresenta um modelo determinístico de filas formulado para otimizar o dimensionamento e a operação de estações de transferência de resíduos sólidos, por que percebeu a escassez de literatura que aplicasse o modelo de filas às estações de transferência. O modelo de YAFFE (1974) leva em consideração: a taxa de chegada de resíduos, o número de veículos de transferência, o tempo de viagem, a quantidade de carga transferida, a capacidade de armazenagem, o número de linhas de carga e descarga e o tempo empregado para descarregar os coletores e carregar os veículos de transferência. O fluxo de chegada e partida dos veículos de transferência e coleta é considerado como um regime permanente. As relações matemáticas que descrevem fisicamente o modelo são desenvolvidas e interpretadas graficamente. Esse modelo matemático é adotado tanto numa estação de transferência localizada em Brisbane, São Francisco, nos EUA, que realiza transferência indireta; quanto na estação maior de Orange, Califórnia, nos EUA, com transferência direta. As análises realizadas pelo autor foram baseadas em observação direta dos resultados, permitindo

concluir que os projetos-base das estações de transferência de São Francisco e de Orange foram corretamente escolhidos.

Três anos depois, no Brasil, estudavam-se formas para dimensionar unidades de resíduos, conforme a COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA - COMLURB (1977) relata. O estudo foi realizado conjuntamente com a Pontifícia Universidade Católica no Rio de Janeiro - PUC/RJ (Departamento de Engenharia Industrial), visando a determinar a capacidade das unidades de transferência, reciclagem e destino de resíduos do Rio de Janeiro para 1985, em função da quantidade de lixo que seria alocada e das características técnicas de cada unidade potencial. Para atingir o objetivo anteriormente citado, foram escolhidos e desenvolvidos programas computacionais, cujos parâmetros de entrada e saída são indicados a seguir. Parâmetros de entrada: (a) custos operacionais de transporte e transferência de cada viagem da origem às diversas opções de destino, em função dos tempos, das distâncias e da quantidade de lixo transportada e transferida; (b) capacidades diárias de recepção de lixo dos destinos. Parâmetros de saída: (a) custo mínimo operacional total, oriundo das soluções de alocação das diversas viagens; (b) quantidade de lixo a ser recebida diariamente nos diversos destinos.

No caso específico da COMLURB, o problema de programação linear inteira exigia um tempo de processamento muito grande. Assim, procurou-se simplificar o problema, transformando-o num caso com integrabilidade natural; logo, passível de ser equacionado com métodos heurísticos de tempos de processamento (conseqüentemente custos) muito menores. Também foram formuladas cinco alternativas ou possibilidades para remover os resíduos, fornecendo melhores condições para a análise e a tomada de decisão. Os resultados do estudo apontaram para a primeira alternativa como “solução ótima”; essa alternativa realocava as 150 toneladas da estação de transferência Sul para a estação de transferência Caju.

WIRASINGHE & WATERS (1983), visando a otimizar um sistema de estações de transferência de resíduos sólidos numa região urbana (distrito 3) do

Sudoeste de Calgary, Alberta, no Canadá, demonstram o uso de dois modelos matemáticos: (1) um modelo analítico que usa aproximações contínuas e métodos de cálculo para determinar o número, a capacidade e a localização aproximada de estações de transferência de resíduos sólidos; (2) um modelo tradicional de locação-alocação, para determinar com maior exatidão a localização de um dado número de estações de transferência, de modo a minimizar o custo total de transporte de resíduos. Esse último modelo só pode ser usado em situações em que as estações são idênticas. Devido à insuficiência de dados disponíveis em Alberta para obter uma curva de custos significativa das estações de transferência, o custo de uma estação foi considerado constante nas análises realizadas. As análises foram realizadas em dois níveis de decisão: (a) em macro-escala para determinar o tipo, a capacidade e o número de estações de transferência; (b) e em meso-escala para determinar a localização dessas unidades.

O modelo analítico indicou que uma única estação de transferência seria suficientemente adequada ao distrito 3 de Calgary, conclusão esta confirmada pelo modelo heurístico, apesar de o modelo heurístico apresentar resultados com valores maiores que o modelo analítico. Os autores salientaram ainda que uma única estação de transferência para Calgary só poderia ser considerada suficiente se o sistema de transferência fosse otimizado. Portanto, seria necessário realizar uma comparação detalhada entre um sistema com estação de transferência e outro com transporte direto para, somente depois, julgar qual seria o melhor sistema para o Sudoeste de Calgary.

Até meados dos anos 80, pode-se constatar a busca de métodos adequados ao dimensionamento e à localização de empreendimentos de resíduos sólidos, porém sem a devida preocupação com a preservação ambiental.

Nos anos seguintes, entretanto, o quadro começou a modificar-se. Os movimentos ecológicos fortaleceram suas ações, estimulando discussões e atitudes relacionadas ao desenvolvimento sustentável. Além disso, o desenvolvimento de

modelos matemáticos aplicados ao gerenciamento de resíduos sólidos estava ocorrendo em paralelo com o aparecimento de novos recursos nos campos do gerenciamento e da pesquisa operacional, o que contribuiu muito para sofisticar e aprimorar as análises realizadas nessa área. Estudos mais sofisticados começam a incorporar Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e avançados algoritmos para estabelecimento de rotas e localização de unidades.

Um SIG tem capacidade de armazenar, administrar, analisar e exibir dados espacialmente referenciados, sendo um instrumento valioso para as atividades de empresas, órgãos públicos e institutos de pesquisas, por propiciarem resultados mais rápidos e confiáveis, no tocante à tomada de decisões e ao planejamento. De acordo com TEIXEIRA (1992), esse sistema é constituído por uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial. Outrossim, aspectos mais complexos podem ser estudados, inclusive a dimensão temporal.

O artigo de autoria de JENSEN & CHRISTENSEN (1986) descreve a utilização da tecnologia do SIG para modelar e identificar locais para a disposição de resíduos; sugere critérios para localizar essas áreas e discute a avaliação dos impactos causados por unidades que lidam com resíduos, focalizando o uso do SIG na estruturação e na integração de uma variedade de restrições econômicas e ambientais. Para demonstrar o sucesso do emprego do SIG na localização de áreas de disposição de resíduos, foi realizado um estudo de caso para uma região do Sudeste dos Estados Unidos.

JENSEN & CHRISTENSEN (1986) identificam a lógica fundamental e os procedimentos necessários à aplicação de um SIG. Os procedimentos básicos são os seguintes: (1) identificação dos critérios limitantes da localização das unidades; (2) especificação e estruturação dos critérios; (3) coleta das informações necessárias em formato digital ou analógico, usando a tecnologia do sensoriamento digital ou coletando os dados "in situ"; (4) digitalização e transferência dos dados e das

informações para o mapa-base, dentro de um sistema de coordenadas aceitável; (5) conversão de dados do sistema vetorial para o sistema de imagem; (6) manipulação e análise das informações utilizando a tecnologia do SIG; (7) apresentação geográfica e avaliação estatística dos resultados para a região estudada.

Procedimentos semelhantes aos descritos no artigo anteriormente mencionado podem ser adotados para localizar estações de transferência de resíduos sólidos, utilizando a tecnologia de um SIG. Com isso, ganha-se maior precisão e qualidade nos resultados, fornecendo aos administradores de estações de transferência melhores condições de análise e, conseqüentemente, decisões mais consistentes.

O progresso ocorrido no Reino Unido na área de transferência de resíduos sólidos desde a década de 80 é resumido por HALL (1993) que define estação de transferência como um local onde as cargas são transferidas de veículos pequenos para outros maiores, de modo a tornar a operação mais econômica. Para esse autor, uma estação de transferência deve ser empregada quando a distância do local de coleta para o ponto de disposição final é suficientemente grande para se estabelecer um local para tal fim, não definindo o que considera grande distância.

No Reino Unido, os fatores que têm levado à adoção de estações de transferência, segundo HALL (1993), são: aterros sanitários mais distantes, sistemas de compactação mais sofisticados e aumento das expectativas ambientais, levando ao fechamento de estações pequenas que utilizam tecnologias ultrapassadas e a abertura de grandes estações projetadas para serem ambientalmente aceitáveis em áreas residenciais.

Porém nos Estados Unidos da América, segundo BROCKWAY (1995), a partir dos anos 90, leis disciplinando aterros sanitários causaram o fechamento de muitos aterros e, conseqüentemente, ocorreu o aumento da quantidade de pequenas estações de transferência. De acordo com uma pesquisa realizada em 1994 pela Solid

Waste Association of North America - SWANA, mais de 50 % dos entrevistados transferem menos de 25 t/dia e outros 20 % transferem entre 25 e 100 t/dia.

HALL (1993) constata que, a partir da última década, a reciclagem tem crescido, principalmente devido aos incentivos governamentais, à vontade política do poder público municipal e ao entusiasmo da população em contribuir com a reciclagem. A quantidade de materiais recicláveis coletados no Reino Unido aumentou tanto que estações de transferência de vidro e de papel foram construídas.

Também nos Estados Unidos as estações de transferência que estão sendo projetadas têm previsto a transferência, a recuperação de resíduos e a educação da comunidade em suas dependências. Contudo, WALSH et al. (1993) relatam que os benefícios da transferência de vidros separados na fonte geradora para centros de reciclagem têm sido seriamente limitados, devido à quebra desses materiais em descarregamentos adicionais e ao próprio manejo.

Em certas situações, o crescimento da separação de resíduos na fonte pode fazer com que as estações de transferência tradicionais se tornem desnecessárias. No entanto, HALL (1993) considera as estações de transferência importantes, primeiramente por razões econômicas. Outro argumento é a capacidade que possuem de aumentar as opções de escolha de aterros sanitários, quando um aterro é desativado e a localização de outro é necessária; e, também, um importante fator é a possibilidade de se planejar melhor o tráfego quando se utiliza uma unidade de transferência. HALL (1993) acredita que o aspecto econômico por si só não deve justificar a utilização de unidades de transferência, sendo necessário um estudo detalhado incorporando tanto as questões financeiras quanto as ambientais.

Algumas cidades do Reino Unido (por exemplo, Londres e Bristol) têm adotado os transportes ferroviário e hidroviário para reduzir o congestionamento de tráfego. Apesar de esses meios de transporte não serem mais baratos que o transporte

rodoviário, a decisão tomada nessas cidades pode ter sido a mais adequada desde que todos os aspectos envolvidos tenham sido considerados.

O transporte hidroviário nos Estados Unidos é relativamente raro, sendo mais comum na Europa, especialmente na Grã-Bretanha. Devido à dificuldade da localização de aterros próximos a cursos d'água navegáveis, WALSH et al. (1993) esperam que o transporte hidroviário de resíduos sólidos diminua, ao invés de crescer.

Percebe-se, por meio do relato histórico feito por HALL (1993), que no Reino Unido a tendência é a modernização das operações de transferência, introduzindo pequenas inovações, provavelmente para reduzir o volume de trabalho braçal e, portanto, reduzir os custos globais.

O crescente interesse pela reciclagem no Reino Unido levou HEELEY (1993) a discutir a tendência de se incorporar às estações de transferência a reciclagem e a recuperação de resíduos. Tal projeto ambientalmente compatível está sendo amplamente aceito pelos britânicos, especialmente em locais onde existe a preocupação em consultar e envolver a comunidade no projeto. Segundo o autor, a aceitação do projeto pela comunidade é fato determinante para a implantação ou não de uma estação de transferência.

As novas estações de transferência e centros de reciclagem de resíduos que estão sendo construídos na Europa têm como objetivos principais: (a) garantir o manejo eficiente, seguro e adequado ambientalmente e transportar para o local de disposição todos os resíduos recebidos que não forem recuperados ou reciclados; (b) garantir o uso seguro e conveniente pelo público em geral; (c) maximizar a recuperação e a reciclagem de resíduos; (d) assegurar que as atividades sejam executadas e mantidas com alto padrão ambiental. Estão também procurando tomar determinados cuidados, como: separar os veículos de transferência dos veículos de menor capacidade de carga; construir instalações destinadas à separação, à recuperação e à reciclagem, que empregam containeres, tendo estas acesso direto à

área de acumulação de resíduos da estação de transferência; estabelecer a utilização da estação tanto pelas empresas de coleta quanto pelo público em geral; reunir a maior quantidade de materiais recicláveis possível; maximizar os preços conseguidos e minimizar os resíduos que vão para o aterro sanitário; prever, numa estação de transferência enclausurada, seções de reciclagem, fossos de acumulação de resíduos e áreas de descarregamento para a comunidade.

No entanto, de acordo com WALSH et al. (1993), na maioria das estações de transferência europeias modernas, embora se registre algum tipo de manejo de recicláveis, a transferência de resíduos sólidos ainda domina as operações.

HEELEY (1993) confirma que as estações de transferência do Reino Unido estão buscando cada vez mais a qualidade ambiental e operacional. Isto é, estão se modernizando (por exemplo: as unidades de pesagem são dotadas de equipamentos computadorizados; as câmeras e monitores de vídeo têm objetivos operacionais e de segurança; há arborização, iluminação e sinalização nas estações e suas imediações). A submissão às legislações e aos regulamentos é muito valorizada, principalmente se existe o interesse em obter um certificado de qualidade. HEELEY (1993) acredita que a certificação pode favorecer muito a imagem de uma estação de transferência diante da sociedade. Também pode proporcionar benefícios econômicos devido ao aumento da produtividade resultante do treinamento da mão-de-obra e do aperfeiçoamento da habilidade de gerenciamento.

As estações de transferência são um importante elo entre a coleta e a disposição de resíduos, permitindo economia no custo total de remoção de resíduos do gerador para o local de disposição. Para WALSH et al. (1993), as unidades de transferência podem ser pequenas ou custar milhões de dólares e movimentar milhares de toneladas de resíduos por dia. Mas são construções relativamente simples, projetadas primeiramente para abrigar as áreas de descarregamento, armazenagem e carregamento de resíduos.

O tipo de equipamento utilizado para transportar os resíduos da estação de transferência tem um grande impacto na capacidade e nos custos das operações de transferência; por essa razão, WALSH et al. (1993) afirmam que a seleção de veículos e as características de projeto da estação devem ser escolhidas cuidadosamente uma a uma. As características mais relevantes de uma estação de transferência bem projetada, como os próprios autores identificam, são a configuração do local, as áreas construídas e os equipamentos, de modo a garantir um manejo de resíduos eficiente e seguro.

Embora WALSH et al. (1993) acreditem que a viabilidade econômica da transferência de resíduos deva ser considerada caso a caso, eles relatam que muitos especialistas concordam que as estações de transferência são dificilmente justificáveis nos casos em que a distância de transporte é menor que o intervalo 16-24 km, pois a transferência torna-se mais econômica quanto maior for a distância entre os setores geradores dos resíduos e os locais de disposição.

A transferência intermodal de resíduos nos EUA, principalmente a rodoferroviária, tem crescido rapidamente. Segundo WALSH et al. (1993), esse fato continuará a se verificar quanto mais se distanciam os locais de disposição e aumente o tamanho das operações de transferência, pois cria economia de escala favorável. Consideram que a transferência ferroviária torna-se mais econômica quando as distâncias de transporte são maiores que 80 km, apesar de admitir que algumas comunidades, tais como o condado de Cape, Massachusetts, nos EUA, descobriram ser viável a utilização da transferência ferroviária em percursos menores.

Um caso bastante específico é relatado por GIBSON (1994). O relato focaliza a cidade de Roanoke, no Sudoeste da Virgínia, EUA que, por possuir uma geografia muito montanhosa, emprega o transporte ferroviário de resíduos sólidos. GIBSON (1994) diz que, o transporte ferroviário incomoda pouco a vizinhança, produz pouco ruído, mal cheiro e poeira, é seguro, tem custo operacional mais baixo e ainda pode ser utilizado apenas uma vez ao dia, evitando o fluxo constante de caminhões.

O sistema descrito por GIBSON (1994) consiste no seguinte: o veículo coletor chega à estação de transferência e é feito o controle de carga por meio de balança eletrônica. Em seguida o coletor vaza os resíduos na área de descarga, é novamente pesado para se obter a tara e logo depois retorna ao setor de coleta. Enquanto isso, dois vagões ferroviários são encaminhados para um galpão aberto, para serem removidas suas coberturas, depois se dirigem para o interior da estação de transferência.

Na estação de transferência, os vagões ficam em um nível inferior à área de descarga. Então, uma pá carregadeira da área de descarga lança os resíduos para o interior dos vagões. Após terem sido completamente carregados, os vagões retornam para o galpão mencionado, para serem cobertos e depois acoplados à locomotiva.

O trem parte, carregado de resíduos sólidos, para o aterro sanitário que dista da estação cerca de 52 km, e retorna com os tanques dos vagões cheios de chorume. O chorume é bombeado e lançado na rede de esgoto da estação. No aterro sanitário o vagão é desacoplado, a cobertura é removida e um equipamento que gira o vagão de ponta-cabeça faz o resíduo vazar por gravidade. É então novamente coberto e acoplado à composição ferroviária.

O chorume é considerado perigoso e não deve ser disposto em sistemas sépticos ou fossas, conforme afirmam COLCILLE & MCFERON (1994). Ele deve ser drenado e tratado em estações de tratamento de águas residuárias. Dado o alto custo do tratamento de águas residuárias, é importante que se reduza ao mínimo a quantidade produzida, ou seja, minimizar, reciclar e reutilizar resíduos é fundamental.

COLCILLE & MCFERON (1994) apresentam medidas preventivas de controle de poluição em estações de transferência e enfatizam a aplicação dessas medidas na fase de projeto, para reduzir gastos e problemas futuros. Por exemplo, para reduzir a dispersão de partículas de poeira, a unidade de transferência pode ser

totalmente enclausurada mas, se a estação for semi-enclausurada, deve ser posicionada de tal modo que impeça a incidência das correntes de vento diretamente na área de acesso de veículos. Para diminuir a suspensão dessas partículas, podem ser utilizados exaustores combinados com pulverizadores de água. Os autores afirmam que sistemas de pulverização de água adequadamente projetados podem combater a poeira sem adicionar uma quantidade significativa de água no resíduo.

Para controlar o odor, COLCILLE & MCFERON (1994) acreditam que bons resultados podem ser conseguidos com as seguintes medidas: (a) projetar unidades que dificultem o aprisionamento dos resíduos entre seus elementos estruturais; (b) construir a área de acesso dos coletores adequadamente inclinada e drenada para prevenir o contato da água com os resíduos; (c) varrer e lavar as áreas de transferência de resíduos todos os dias; (d) remover os resíduos para o aterro em menos de 24 horas. E, para reduzir o nível de ruído, podem-se construir vias e acessos pouco inclinados, diminuindo o ruído oriundo do motor e das engrenagens dos veículos; plantar vegetação entre a unidade e seus vizinhos, garantindo um afastamento lateral de 6 a 30 metros; e limitar as horas de funcionamento da estação de transferência.

BROCKWAY (1995), em seu artigo, discute os aspectos que devem ser considerados para escolher uma estação apropriada para determinado município: viabilidade econômica, localização, tipos de estação, elementos de projetos complementares, reciclagem e custos de investimento. Já EVERETT & APPLGATE (1995) introduzem um método de dimensionamento baseado na teoria de filas, que pode ser aplicado em projetos de estações de transferência de resíduos sólidos.

Com o objetivo de demonstrar esse método, EVERETT & APPLGATE (1995) realizam um estudo de caso para o condado de Riley, Kansas, nos EUA. Esse método assume que os dados são exponencialmente distribuídos. Assim, utilizam-se procedimentos gráficos simples para realizar a análise de filas. Analisando-se o fluxo de tráfego pela teoria de filas, consegue-se determinar o comprimento de via

precedente à balança, o comprimento de via entre a balança e a área de descarga, e também o número de boxes de descarga. Os autores concluem que, em geral, somente será necessária a determinação do comprimento de fila quando o terreno escolhido para a estação for pequeno ou a capacidade da estação de transferência for alta.

O artigo escrito por FORBES (1995) discute a situação corrente na Indonésia, com relação aos resíduos sólidos. A Indonésia possui cerca de 180 milhões de habitantes e apresenta uma taxa de crescimento populacional anual em torno de 6 % a 7 %. Jakarta, a capital da Indonésia, tem cerca de 10 milhões de habitantes e detém um percentual substancial de indústrias do país, possuindo uma taxa de crescimento anual de volume de resíduos sólidos em torno de 8 %. Existem muitas áreas de acumulação de resíduos dentro da cidade de Jakarta, as quais atuam como simples estações de transferência de resíduos sólidos. A exceção é a estação de transferência de Cakung, onde a tecnologia japonesa equipa a única estação de transferência com compactador estático na cidade.

FORBES (1995) relata que a operação no local de disposição de resíduos de Jakarta é caótica e o monitoramento ambiental é precário. Existem muitos projetos para a remediação de áreas existentes e para o desenvolvimento de aterros sanitários modernos, porém tudo depende de ajuda externa. O Japão, a Austrália, o Canada e os EUA têm oferecido ajuda, mas nenhuma ação efetiva foi ainda tomada. Uma exceção ao gerenciamento rudimentar de resíduos da Indonésia é o praticado em Bandung - centro intelectual do país e o principal pólo de universidades e instituições. Bandung iniciou um eficiente serviço de coleta de resíduos e implantou um aterro sanitário controlado. O sucesso do sistema é atribuído quase totalmente à cobrança de taxas pela coleta de resíduos em residências e indústrias.

Cobrindo uma área cerca de três vezes o tamanho da ilha de Rhode, com uma população de cerca de 3.8 milhões, Porto Rico, de acordo com BOLTZ (1995), não possui um sistema de gerenciamento de resíduos tradicionalmente organizado. Porém essa realidade está mudando. O governo dessa ilha caribenha, associado

voluntariamente ao governo federal dos EUA começou a estabelecer uma estratégia para o desenvolvimento e a implantação de infra-estrutura necessária para o eficiente gerenciamento de resíduos sólidos.

Esta estratégia inclui projetos para a construção de um sistema integrado de coleta, estações de transferência e locais de disposição. A parte central dessa estratégia será promover o mercado de recicláveis, o intercâmbio entre os setores público e privado e a educação pública.

O governo de Porto Rico criou taxas e outros incentivos para permitir e promover a participação de capital privado no desenvolvimento da infra-estrutura necessária. Esses incentivos são semelhantes aos fornecidos às indústrias de artigos eletrônicos e farmacêuticos que queiram se instalar na região. A infraestrutura prevista para ser realizada dentro de cinco a sete anos incluirá: 7 aterros sanitários regionais; 2 aterros sanitários municipais; 2 aterros para entulhos e cinzas; 25 estações de transferência; 7 instalações de recuperação de materiais; 7 instalações de processamento de recicláveis; 12 instalações de compostagem de resíduos de jardim; e 2 instalações de recuperação de energia.

O artigo escrito por GOLDSTEIN (1995) trata de estações de transferência de resíduos orgânicos que é utilizada tanto pelo setor público quanto pelo setor privado nos Estados Unidos da América. Descreve a logística desenvolvida em Los Angeles, comenta a lei que regulamenta a instalação de unidades que lidam com resíduos orgânicos adotada naquela cidade e as mudanças que poderia sofrer. Relata também os testes desenvolvidos para remoção de resíduos orgânicos de Montgomery para Dickerson, utilizando os transportes ferroviário e rodoviário. E fala da adoção de estações de transferência em Pittsburgh e em Denver, dos impactos negativos gerados pelas mesmas e das providências que seriam tomadas. GOLDSTEIN (1995) observou que, devido ao crescimento das cidades e à maior consciência da necessidade de reciclagem e reutilização de resíduos, as estações de transferência estão sendo

revitalizadas através de novas estratégias, com a incorporação de operações como: trituração, reciclagem e transferência de matéria orgânica.

MERRILL (1995) questiona a utilização de vias férreas no transporte de resíduos sólidos e mostra experiências economicamente bem sucedidas de dois condados americanos: Snohomish, localizado na costa Noroeste de Washington, e Hennepin, em Minnesota, as quais empregam o transporte intermodal rodoviário-ferroviário. O autor acredita que o transporte ferroviário pode ser eficiente, se o volume de resíduos a transferir é grande e o percurso variar entre 500 a 800 km, já que o custo por quilometro decresce com o aumento da distância percorrida.

THURGOOD (1995) tece comentários sobre o novo plano de gerenciamento de resíduos sólidos de Hong Kong, o tipo de resíduo que mais cresce, a dificuldade de localização de aterros sanitários e estações de transferência.

Um fato curioso vem ocorrendo em Hong Kong: os resíduos de construção e demolição vêm crescendo de modo desproporcional em relação ao fluxo de resíduos. Segundo THURGOOD (1995), em 1983 representavam 18 % da quantidade total gerada, já em 1993 representavam 58 %. Medidas vêm sendo tomadas para controlar essa situação; por exemplo, o incentivo à utilização de elementos metálicos durante o processo construtivo, ao invés de madeira, cujo grau de reaproveitamento é menor. Outro aspecto aparentemente ilógico é a estratégia de desativação de incineradores e o uso exclusivo de aterros sanitários, pois Hong Kong possui elevada densidade populacional e acelerado crescimento econômico. Além disso, o valor da terra é altíssimo. No entanto, o departamento responsável por essa estratégia de ação acredita que um aterro sanitário é ambientalmente mais seguro do que um incinerador.

THURGOOD (1995) relata que as estações de transferência de Hong Kong são totalmente enclausuradas e operadas por empresas particulares com contrato operacional de 15 anos; possuem sistema de compactação, o sistema de controle de carga é computadorizado e os resíduos são transportados em containeres. Devido às

características do arquipélago de Hong Kong, o transporte marítimo é estimulado. Contudo, meios de transporte alternativos são necessários em casos de emergência; por exemplo, em caso de tufões.

WOODS (1996) apresenta um sistema alternativo de transporte de resíduos por ferrovia para o litoral da Flórida e informa sobre a existência de empresas empenhadas em tornar esse projeto ferroviário uma realidade. O principal motivo do seu interesse pelo projeto é a dificuldade cada vez maior de localizar novos aterros sanitários nessa região, cuja topografia é desfavorável (nível do lençol freático quase superficial), aumentando muito o custo do empreendimento ou até mesmo inviabilizando-o. Em adição, a sociedade protesta e não aceita ter aterros sanitários como vizinhos, forçando a sua implantação em locais distantes mais de 300 km das áreas de coleta de resíduos.

Uma pesquisa realizada pela *Environmental Industry Associations' National Solid Waste Management Association* (NSWMA, Washington, D.C.) é citada por WOODS (1996), confirmando que a quantidade de resíduos tem aumentado e o número de aterros sanitários diminuído de 170 em 1988 para 76 em 1995. Diante dessa realidade, as empresas: *Waste Management of Florida*, *Southern States Environmental Services* e *Chambers Waste Systems of Florida* propuseram um sistema que funcionaria, basicamente, da seguinte maneira: os municípios participantes coletariam os resíduos em suas jurisdições, separariam tanto mais materiais recicláveis quanto possível em unidades de processamento, e enviariam via ferrovia os resíduos restantes para um aterro sanitário. A quantidade média desejável a ser transportada por dia é de 900 t. Essas unidades de processamento poderão ser vistas como uma combinação de estações de transferência e recuperação de materiais. Na estação de transferência, os resíduos poderão ser colocados em containeres intermodais padrão ISO e acomodados nos vagões ferroviários.

Três cidades de porte médio - Alachua, com mais de 190.000 habitantes, Citrus, com aproximadamente 101.000 habitantes, e Marion, com cerca de 212.000

habitantes - produzem juntas 1.100-1.200 t/d de resíduos sólidos domiciliares, o suficiente para justificar a utilização do transporte ferroviário, segundo as companhias interessadas na prestação do serviço. Num primeiro instante, parece adequado para a Flórida esse tipo de sistema de remoção de resíduo. No entanto, a utilização do transporte ferroviário ainda é incerta pois, apesar do otimismo com relação ao projeto ferroviário, para WOODS (1996) ele se mostra economicamente inviável no momento.

BRADLEY (1996) explora o fato de uma estação de transferência e um local de entrega voluntária de resíduos estarem rapidamente se tornando semelhantes em seus objetivos operacionais e discute como esse fato continuará a se desenvolver. Um local de entrega voluntária de resíduos variava de simples baias cercadas a depósitos de containeres. Com o passar do tempo, equipamentos para facilitar o manejo dos resíduos (prensas, compactadores, trituradores, etc.) foram instalados dentro desses locais. E, mais recentemente, têm-se incorporado áreas de reciclagem aos locais de entrega voluntária. Isto é, de simples depósitos de resíduos, os locais de entrega voluntária passaram a ser centros de reciclagem e processamento de resíduos altamente organizados.

A estação de transferência foi originalmente concebida para reduzir custos de transporte de resíduos da fonte de geração para o local de disposição. Porém, com o desenvolvimento do mercado de recicláveis, a estação de transferência tem adquirido novas atribuições, tais como a separação e seleção de resíduos. Para BRADLEY (1996), o grau de mecanização e sofisticação das futuras estações será baseado no material a ser processado e na especificação do produto final a ser produzido. Portanto, no futuro, as estações de transferência e os locais de entrega voluntária serão vistos como um centro de reciclagem de materiais. Os locais de entrega voluntária possibilitarão o depósito de quantidades discretas e pequenas de resíduos pela população, e as estações de transferência receberão quantidades grandes e heterogêneas de resíduos. A mecanização dos sistemas de processamento e manejo

dos resíduos será imprescindível. Essas unidades buscarão cada vez mais a redução da quantidade final de resíduos a serem dispostos e a redução dos custos de transporte.

CHANG et al. (1996b) apresentam uma estratégia de gerenciamento integrado de resíduos que combina aspectos como: controle de ruído, congestionamento de tráfego e reciclagem de material com a estrutura dinâmica de localização de aterros sanitários, incineradores e estações de transferência em regiões metropolitanas em crescimento. Interações entre os efeitos de geração de resíduos, minimização na fonte, reciclagem, coleta e transferência, processamento e transformação, disposição de resíduos e avaliação de taxas de descarregamento são também enfatizadas juntamente com a avaliação de seus impactos ambientais. Os autores combinam e aplicam um modelo de programação inteira e uma estrutura de otimização dinâmica ao sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de Kaohsiung em Taiwan. Eles demonstram que a incorporação de dois fatores ambientais (controle de ruído e congestionamento de tráfego) alteram o modelo convencional de fluxo de resíduos em sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos metropolitanos e ainda dão três sugestões ao sistema de gerenciamento de Kaohsiung: (1) não é necessário construir duas novas estações de transferência e três novos incineradores simultaneamente; (2) o nível de ruído deve ser reduzido para que se consiga uma otimização no sistema; (3) a capacidade planejada para os empreendimentos e o programa de construção original elaborados pelo atual sistema de gerenciamento de resíduos sólidos não são economicamente razoáveis.

Essa estratégia apresentada por CHANG et al. (1996b) pode ser usada eficientemente para a seleção de locais, desde que fatores ambientais (tais como: ruído e tráfego) e reciclagem de material sejam considerados.

BOSS & MAXFIELD (1997) analisaram a eficiência do sistema de coleta e transporte de duas cidades da Califórnia, EUA: o município de Sacramento e a vila de Sacramento. Na primeira cidade, há uma estação de transferência. Na outra, os resíduos são manejados diretamente para o aterro sanitário. Em sua análise, esses

autores consideraram a estrutura das rotas, o comprimento das rotas, a eficiência da coleta, as distâncias para pontos de disposição alternativos, os custos de coleta e transferência, a eficiência da operação de transferência e outros fatores. Para completar a avaliação realizada, foi desenvolvido um modelo matemático que determina se existiria alguma economia de custos e quais as rotas que deveriam ser reorientadas ou consolidadas. Esse estudo indicou que a metrópole poderia consolidar sete rotas em cinco rotas, economizando cerca de 520.000 US\$/ano, enquanto o município poderia consolidar 25 rotas em 22 rotas e ter uma economia de 678.000 US\$/ano. Isso compensaria os custos com estação de transferência, em cerca de 734.000 US\$/ano, produzindo um sistema com uma economia total de 464.000 US\$/ano.

BROCKWAY (1997) expõe e discute vários fatores que deveriam ser considerados na fase inicial de projeto de uma estação de transferência de resíduos sólidos para que atrasos, consumindo tempo e dinheiro, durante o detalhamento do projeto possam ser evitados. Entre esses fatores estão incluídas a seleção do local, a quantidade de resíduos, as características dos resíduos, o layout da unidade, a seleção de equipamentos, os aspectos construtivos e de projeto, fatores ambientais, reciclagem e futuras ampliações.

CHAVEZ & FULTON (1997) relatam o processo de planejamento e o projeto de uma estação de transferência em Scottsdale, Arizona, nos EUA, em que a comunidade participou ativamente. Scottsdale é o segundo maior município do Arizona em termos de dimensão geográfica. Possuía 166.000 habitantes em 1996 e a população prevista para o ano 2020 é 275.000 habitantes. O poder público municipal, preocupado com o crescimento da cidade e suas implicações, decidiu desenvolver um programa para identificar alternativas para a coleta, o transporte e a disposição dos resíduos. Depois de exaustivos estudos, foi determinado que a melhor maneira de fornecer mais flexibilidade e eficiência ao sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de Scottsdale seria incorporar uma estação de transferência ao sistema. O local selecionado para a construção da estação foi o centro geográfico de Scottsdale,

ou seja, uma área exclusivamente residencial e comercial. Uma vez selecionado o local, o passo seguinte foi identificar os critérios para projetar e operar a estação e para torná-la aceitável pela comunidade prevendo, por exemplo, a reciclagem de materiais. A estação de transferência foi cuidadosamente planejada, com a participação da comunidade, durante todo o processo de planejamento e projeto, o que resultou numa unidade de resíduos tão agradável esteticamente quanto eficiente.

FULLER & WOLDT (1997) discutem e sugerem procedimentos para o planejamento inicial e a operação de estações de transferência de resíduos sólidos para servir a comunidades pequenas e áreas pouco povoadas. Definem estações de transferência como facilidades centralizadas, onde os resíduos são descarregados de vários veículos coletores dentro de uma carreta de transferência ou container. Dizem eles que a principal razão para se estabelecer uma estação de transferência é economizar nos custos de transporte. Razões adicionais para incorporar uma estação de transferência dentro de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos incluem: (1) participar/assistir na separação de materiais recicláveis; (2) auxiliar na inspeção de resíduos perigosos; e (3) manter veículos pequenos fora do aterro. Afirmam aqueles autores que um caminhão de transferência pode substituir 3 a 5 veículos de coleta de resíduos ou mais de 40 caminhonetes, e também que as estações de transferência podem servir como pontos de coleta para materiais recicláveis, resíduos especiais e resíduos domésticos perigosos. Eles acreditam que a utilização de estações de transferência é justificada economicamente quando a economia nos custos de transporte excede os custos financeiro e operacional. Entendem que economias razoáveis são frequentemente obtidas quando a distância da área de coleta ao aterro sanitário varia entre 24 e 56 km, podendo esta distância variar com a quantidade de resíduo, os custos de financiamento e investimento, os custos operacionais, o tamanho dos caminhões, e as condições locais. Para FULLER & WOLDT (1997), se a distância até o aterro é menor que 24 km, o transporte direto é mais econômico. Porém afirmam que, para uma comunidade considerar a implantação de uma estação de transferência, deve-se primeiramente realizar um estudo de viabilidade capaz de determinar se existem benefícios econômicos que justifiquem o empreendimento.

FULLER & WOLDT (1997) citam cidades em Nebraska, EUA, que possuem estações: (a) Lincoln, que tem estação com fosso cujo piso de fundo é móvel; (b) Neligh, Oakland e Columbus, que adotam estações com compactação; (c) Omaha, que usa uma estação com pátio de acumulação; (d) o condado de Sarpy, que está construindo uma estação com pátio de acumulação; (e) a cidade de Sidney, que tem planos para implantação de estação com pátio de acumulação de resíduos; (f) West Point (população de 3.300 habitantes), que tem uma estação de descarga direta; (g) a vila de Davey (160 habitantes), que utiliza o tipo *roll-off*, tendo um custo anual de 80 dólares. Algumas estações de transferência possuem áreas próximas reservadas à compostagem de resíduos orgânicos e à reciclagem de materiais. E outras estações têm containeres em sua área externa, para coletar resíduos oleosos, exigindo uma supervisão mais rigorosa.

FULLER & WOLDT (1997) dizem que a escolha do tipo de estação de transferência depende dos seguintes fatores: (1) quantidade estimada de resíduos a ser transferida; (2) natureza dos resíduos; (3) número de veículos coletores responsáveis pelo período de pico de carga; (4) tempo de espera aceitável para os veículos coletores; (5) vontade de separar materiais recicláveis na estação. Acreditam eles que um engenheiro qualificado deve fazer um estudo inicial de viabilidade, para auxiliar na seleção do tipo de estação de transferência, e uma estimativa preliminar de custos. Consideram como sendo os maiores custos de investimento os custos de construção da rampa e da área de vazamento dos veículos coletores.

KOUSHKI et al. (1997) relatam uma pesquisa que visava a quantificar os resíduos sólidos domiciliares gerados em Borough, Alaska, e selecionar locais para a implantação de estações de transferência. A quantidade de resíduos foi determinada por meio de um questionário que foi remetido para uma amostra aleatória de 2.000 residências de Borough. A localização das estações de transferência foi determinada com base na preferência declarada nos questionários. A capacidade de cada estação foi calculada usando os dados da empresa responsável pela operação e as estatísticas

obtidas através da análise dos questionários. A comparação entre o que foi apurado via questionário e os dados oficiais da área estudada apontou para uma surpreendente exatidão nos resultados. Isso indica que o grau de confiabilidade de aquisição de dados por meio de um questionário, nesse caso, foi de 100 %.

MOSER (1997) salienta a importância do controle de odor em estações de transferência e apresenta várias técnicas que estão sendo utilizadas para esse fim, tais como: pulverizadores de substâncias químicas perfumadas, que reduzem o odor desagradável, pulverizadores de espuma, produtos granulados espalhados na área de descarga e dentro do caminhão de transferência, jatos de água com alta pressão para limpar os caminhões de transferência, neutralizadores biológicos, entre outros. MOSER (1997) apresenta uma área de pesquisa em desenvolvimento, cujo objetivo é descobrir produtos mais eficientes para controlar o odor. E acredita que soluções razoáveis estão disponíveis. Basta ter criatividade e ousadia.

Pode-se perceber, assim, que nesta década a qualidade operacional, o controle de poluição e a participação da comunidade no processo decisório estão em alta. E apesar de alguns autores ainda tentarem inutilmente definir distâncias favoráveis à utilização desse ou daquele tipo de transferência, experiências relatadas nesta seção mostram que não se pode definir um projeto padrão de estação de transferência em função da distância de transporte. Isto é, estabelecer se uma estação terá transporte ferroviário ou rodoviário, se a distância de transporte for superior a um determinado valor, é uma afirmação leviana, pois cada caso deve ser analisado pelos seus próprios méritos, já que na análise da operação de transferência uma variedade imensa de critérios pode ser considerada.

Faint, illegible text on the left side of the page, possibly bleed-through from the reverse side.

Main body of faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is too light to transcribe accurately.

Faint, illegible text on the bottom left side of the page, possibly bleed-through from the reverse side.

4 INSTRUMENTOS LEGAIS E NORMATIVOS

É de consenso comum que todo e qualquer empreendimento interfere no Meio Ambiente (meios físico, biológico e antrópico). Assim sendo, é sobremaneira importante discutir os instrumentos e mecanismos que conciliam o planejamento, a implantação e a operação de estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares com o desenvolvimento urbano, visando a reduzir ao máximo os impactos negativos e, conseqüentemente, os custos econômico-sociais.

4.1 Competência municipal

O transporte e a transferência de resíduos sólidos domiciliares são serviços de competência exclusiva do poder público municipal, estabelecidos pela Constituição Federal de 1988 no seu artigo 30, como segue:

“Compete aos municípios: I - legislar sobre assuntos de interesse local; (...) V - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local (...) VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano; (...).” [BRASIL, 1988].

Pelo exposto acima, é permitida a terceirização dos serviços de limpeza pública. Tanto que a Medida Provisória n. 1.531-7, de 20 de junho de 1997, dá nova redação a dispositivos da Lei 8.666/93, que regulamenta o artigo 37, inciso XXI da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração

Pública. E essa Medida Provisória também regulamenta o artigo 15 da Lei n. 8.987/95, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos e convalida os atos praticados com base na Medida Provisória n. 1.531-6/97.

4.2 Regiões metropolitanas

O parágrafo 3 do artigo 25 da Constituição Federal permite a criação de regiões metropolitanas pelos Estados, nestes termos:

“Os Estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum.” [BRASIL, 1988].

A criação de regiões metropolitanas interfere na autonomia municipal no que diz respeito às matérias de interesse comum. Por essa razão, a integração de um município a uma região metropolitana depende de prévia consulta plebiscitária à sua população, conforme estabelece o parágrafo 4 do artigo 18 da Constituição Federal. Entretanto, a execução de serviços de competência metropolitana e, portanto, derivada da autonomia metropolitana, não deve interferir na autonomia municipal, que deve sempre prevalecer quando a execução de serviços públicos de interesse local está em pauta.

O transporte e a transferência de resíduos podem vir a ser serviços intermunicipais e, assim, a sua execução poderá ser de competência não apenas de um único município, mas de uma entidade metropolitana de caráter intermunicipal.

A formação de convênios e consórcios entre municípios vizinhos para a implementação de projetos de estações de transferência de resíduos sólidos é bastante

conveniente, porque os custos do empreendimento poderão ser partilhados entre os participantes. Além disso, se houver a participação do Estado e da União Federal, garantir-se-á que medidas de controle ambiental estarão sendo adotadas.

4.3 Legislações e normas

No Brasil não existem legislações ou normas específicas que disciplinem o projeto, a implantação e a operação de estações de transferência. No entanto, legislações e normas correlatas (zoneamento, controle ambiental, limites de cargas, etc.) podem ser aplicadas para introduzir um ordenamento nessas unidades.

O Decreto n. 1.497/95 altera os artigos 82 e 83 do Decreto n. 62.127, de 16 de janeiro de 1968, que em seu capítulo V estabelece o limite máximo de carga por eixo de veículos rodoviários, em função do número de pneus desses eixos e do sistema de suspensão, para trafegar em vias públicas. No entanto, o valor máximo legal deve ser limitado pelo valor máximo que o fabricante do veículo de transporte estabelece para o eixo ou seu conjunto, de acordo com as características do veículo. Portanto, os caminhões de transferência devem atender a essas limitações. Logo, deve-se comparar o limite legal com o limite técnico e utilizar o menor deles, para que não sejam ultrapassadas quaisquer dessas duas limitações.

Devido à dificuldade de aferição das balanças rodoviárias, a Lei n. 7.408, de 25 de novembro de 1985, permite a tolerância de 5 % na pesagem de carga em veículos de transporte, sem que eles sofram penalidades. Não se deve interpretar a tolerância na leitura da balança como um adicional de carga para o veículo, mas sim como uma forma de se evitar punições por uma natural margem de erro. A interpretação da tolerância como adicional de carga poderá levar o infrator a sofrer as sanções previstas em lei, além de acarretar danos ao veículo e às vias.

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994) elaborou a norma NBR-13221, que fixa diretrizes para o transporte de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e proteger a saúde pública.

A Portaria Minter n. 124, de 20 de agosto de 1980, baixou normas de proteção aos recursos hídricos para prevenir a ocorrência de acidentes. Qualquer empreendimento que armazene substâncias capazes de causar poluição hídrica deve respeitar essa Portaria. Logo, estações de transferência que armazenem resíduos em suas dependências devem ser localizadas a uma distância mínima de 200 (duzentos) metros dos cursos d'água mais próximos.

A Lei n. 6.803/80, inspirada no direito americano (National Environmental Policy Act - NEPA - de 1969), traçou de forma bastante tímida as diretrizes básicas para o zoneamento industrial em áreas críticas de poluição e não previu a participação da comunidade no processo decisório.

Naquele mesmo período, o movimento ambientalista ganhou fôlego e, em 31 de agosto de 1981, a Lei n. 6.938 estabeleceu a Política Nacional do Meio-Ambiente, que foi regulamentada pelo Decreto n. 88.351, de 1º de junho de 1983, substituído pelo Decreto n. 99.274, de 6 de junho de 1990.

Em 23 de janeiro de 1986, o Conselho Nacional do Meio-Ambiente (CONAMA) expediu sua Resolução n. 001, definindo e estabelecendo as responsabilidades, os critérios e as diretrizes para a Avaliação de Impacto Ambiental, como um instrumento da Política Nacional do Meio-Ambiente. A partir daí, o licenciamento de estações de transferência fica dependente da aprovação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) por parte do órgão estadual competente, pois a transferência de resíduos sólidos é uma atividade modificadora do meio-ambiente.



A Resolução CONAMA n. 05, de 15 de junho de 1988, considera que as obras de saneamento podem causar modificações ambientais, e essas modificações podem ser avaliadas por critérios técnico-científicos. O inciso 4 do artigo 3º menciona explicitamente as obras de unidades de transferência de resíduos sólidos.

A Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, no seu artigo 225, considerou o meio-ambiente como bem de uso comum e fundamental à sadia qualidade de vida. Impôs também ao poder público a tarefa de exigir estudo prévio de impacto ambiental para a instalação de obra ou atividade potencialmente impactante ao meio ambiente, à qual se dará publicidade. Assim, estimulou a inserção de textos específicos acerca de estudo de impacto ambiental nas Constituições Estaduais, reforçando e consolidando o referido instrumento.

A participação e a fiscalização do empreendimento pela comunidade interessada só foram permitidas na Resolução CONAMA n. 009, de 3 de dezembro de 1987 (só publicada no Diário Oficial da União em 5 de junho de 1990), que disciplinou a realização de audiência pública, prevista na Resolução n. 001/86.

Com relação à poluição sonora, as Resoluções CONAMA n. 001 e n. 002, de 8 de março de 1990 tratam do assunto. A Resolução CONAMA n. 001 estabelece normas a serem observadas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades, e a Resolução CONAMA n. 002 institui, em caráter nacional, o Programa Silêncio, visando a controlar o ruído excessivo que poderá interferir na saúde e no bem-estar da população.

Faint, illegible text in the left margin, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Main body of faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is too light to transcribe accurately.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo aqui proposto foi desenvolvido segundo as etapas esquematizadas na FIGURA 15, abaixo, que são as seguintes:

- 1°. Estudos preliminares.
- 2°. Elaboração e distribuição de questionários.
- 3°. Obtenção de dados e informações.
- 4°. Verificação dos dados e das informações coletadas.
- 5°. Elaboração de medidas para avaliar o desempenho das estações brasileiras.
- 6°. Formulação e avaliação dos resultados.
- 7°. Análise e caracterização das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares em funcionamento no Brasil, quanto ao aspecto operacional.

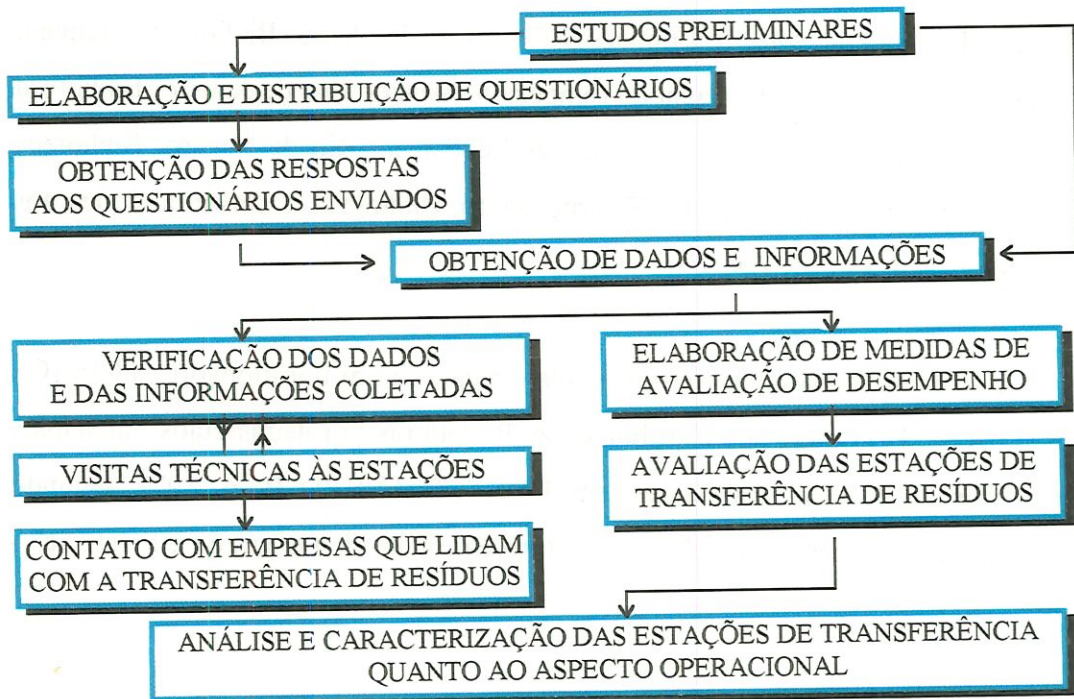


FIGURA 15 - Etapas de desenvolvimento desta pesquisa

Na primeira etapa procurou-se conhecer por meio de revisão bibliográfica os tipos de estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares, as suas características operacionais, as implicações provenientes de sua localização, os equipamentos e os veículos utilizados na transferência de resíduos, os fatores relacionados com a higiene e a segurança do trabalho, os principais aspectos econômicos envolvidos na escolha de estações de transferência, as principais pesquisas sobre estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares publicadas nos últimos 30 anos e as normas e legislações que podem ser aplicadas às estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares.

Para a realização da primeira etapa, foram consultados os seguintes *CD rom's*: Normas da ABNT e *Compendex plus*, as publicações eletrônicas *www (world wide web)* em português, inglês, espanhol e francês sobre estação de transferência, e as seguintes bibliotecas: Biblioteca Central da Escola de Engenharia de São Carlos, Biblioteca da Universidade Federal de São Carlos, Biblioteca da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Biblioteca da área de Engenharia da Universidade de Campinas, Biblioteca da Faculdade de Saúde Pública, Biblioteca da CETESB, Biblioteca do Departamento de Limpeza Pública de São Paulo, Biblioteca Nacional, Biblioteca da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro, Biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, Biblioteca do Instituto Jones dos Santos Neves, em Vitória, ES.

A segunda etapa constituiu-se na elaboração de um questionário padrão (Cf. ANEXO A, p. 191) e em sua distribuição às Prefeituras brasileiras cujos municípios tinham mais de 200 mil habitantes, em 1995 (Cf. ANEXO B, p. 197), segundo estimativa realizada pela Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Posteriormente, realizou-se a terceira etapa, quando os dados e as informações foram coletados junto às Prefeituras Municipais contactadas (respostas aos questionários enviados) e à literatura revisada (primeira etapa desta pesquisa).

Os dados e informações foram verificados, na quarta etapa, e as dúvidas levantadas foram elucidadas por meio de visitas técnicas realizadas às estações de transferência brasileiras e de contatos estabelecidos com empresas públicas e privadas relacionadas com a transferência de resíduos.

Foram elaboradas, na quinta etapa, medidas ou indicadores de produtividade, eficiência operacional, qualidade e segurança para avaliar o desempenho das estações de transferência levantadas.

Na sexta etapa, os resultados foram organizados e as estações avaliadas segundo os indicadores estabelecidos na etapa anterior. Além disso, procurou-se organizar os resultados de modo a fornecer informações gerais sobre o desenvolvimento histórico, a estrutura administrativa, a classificação e a descrição dos diferentes tipos de estações existentes no país, conhecimentos imprescindíveis à análise e à caracterização das estações brasileiras.

Concluídas as etapas anteriores, achou-se por bem sugerir procedimentos que pudessem ser levados em consideração ao se planejar e escolher estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares (Cf. Item 3.2.5.1, p. 71).

Os objetivos desta pesquisa, isto é, a caracterização e a análise crítica das condições de funcionamento das estações de transferência no Brasil emergiram da avaliação do desempenho operacional dessas unidades, realizada na sexta etapa e concretizada nesta última etapa, graças ao sucesso da execução das etapas anteriores.

5.1 Fonte de dados e informações

Os dados e as informações operacionais sobre as estações de transferência foram obtidos junto aos Departamentos de Limpeza Pública aos quais as mesmas estão subordinadas. Esses dados e informações foram coletados por meio de questionário padrão especialmente elaborado para esse fim, artigos técnicos, visitas técnicas e entrevistas realizadas por telefone.

Os municípios estudados foram aqueles que possuíam mais de 200 mil habitantes em 1995, ou seja, foram excluídos os municípios de pequeno porte (Cf. TABELA 7). Os municípios investigados representam 1,91 % do total de municípios brasileiros, porém juntos abrigam mais de 61 milhões de habitantes.

TABELA 7 - Distribuição da população nos Municípios brasileiros em 1995

Número de Habitantes	Número de Municípios		%	
	Simple	Acumulado	Simple	Acumulado
Total Brasil	4974			
Superior a 5.000.000	2	2	0,04	0,04
De 5.000.000 a 1.000.000	9	11	0,18	0,22
De 1.000.000 a 500.000	14	25	0,28	0,50
De 500.000 a 200.000	70	95	1,41	1,91
Inferior a 200.000	4879	4974	98,09	100,00

FONTE: Fundação IBGE. Estimativa para 1995.

Apesar de as cidades pesquisadas representarem uma pequena porcentagem dos municípios do país, elas possuem condições mais favoráveis à existência de estações de transferência de resíduos pois, quanto maior for o porte do município, maiores serão as distâncias de transporte de resíduos, uma vez que os aterros sanitários são localizados até por força legal, geralmente, em áreas afastadas do centro urbano.

5.2 Análise de dados e informações

Os dados e as informações coletados foram analisados segundo indicadores especialmente desenvolvidos para diagnosticar a situação das estações em operação no Brasil. Os indicadores foram utilizados na comparação entre as estações de transferência e entre estas e os parâmetros de análise. Esses parâmetros foram elaborados pela autora a partir da revisão bibliográfica, pesquisas de campo e questionários recebidos e são sugeridos a seguir.

Os indicadores e seus respectivos parâmetros de análise são os seguintes:

a. Indicadores de produtividade e eficiência operacional:

1. **grau de utilização da estação de transferência (UE):** é a quantidade total de resíduo transferida por dia (t/dia), c_t , dividida pela capacidade nominal da estação (t/dia), c_n .

$$UE = \frac{c_t}{c_n} \quad (10)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - utilização adequada: 0,90-1,00; boa utilização: 0,80-0,90; estação sub-utilizada: menor que 0,80.
- Justificativa: quanto mais próxima de sua capacidade nominal a quantidade de resíduo transferido pela estação, maior será o aproveitamento da instalação e de seus equipamentos. Logo, terá menor custo por tonelada transferida.

2. grau de utilização das carretas de transferência

- i. **carga transferida (UCc):** é a razão entre a carga média transportada por carreta em tonelada, c_{vt} , e sua capacidade nominal em tonelada, cn_v . Ou seja, é a razão entre a quantidade

total de resíduo transportada por dia (t/dia), c_t , dividido pelo produto obtido multiplicando-se o número total de viagens da estação ao destino final dos resíduos, n_{vd} , pela capacidade nominal da carreta em tonelada, cn_v .

$$UCc = \frac{c_{vt}}{cn_v} = \frac{c_t}{n_{vd} \cdot cn_v} \quad (11)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - utilização adequada: maior que 0,90 da capacidade de carga dos veículos de transferência; boa utilização: 0,80-0,90; baixa utilização: menor que 0,80.
- Justificativa: quanto mais próxima da capacidade dos veículos de transferência estiver a carga transferida, maior será o grau de utilização das carretas.

ii. **quilometragem rodada (UCq):** é o produto do número de viagens, n_{vd} , pela distância de transporte em quilômetros, d , dividido pelo produto do número de veículos de transferência utilizados por dia, n_{vo} , pela quilometragem média diária especificada pelos fabricantes dos veículos de transferência, d_e .

$$UCq = \frac{n_{vd} \cdot d}{n_{vo} \cdot d_e} \quad (12)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - baixa utilização: menor que 0,90; utilização adequada: 0,90-1,00; utilização elevada: superior a 1,00.
- Justificativa: os fabricantes de veículos de transferência recomendam o desgaste de 72.000 km/ano para a vida útil de 5 anos. Portanto, quanto mais próxima estiver a distância rodada do desgaste máximo especificado pelo fabricante do veículo de transferência, maior será o grau de utilização dos veículos. Porém, se a quilometragem rodada for muito superior à especificada pelo fabricante dos veículos, isso poderá reduzir sua vida útil.

3. **grau de utilização do fosso de acumulação temporária ou do pátio de descarga de resíduos (UF):** é a razão entre o número de fossos ou pátios, n_f , multiplicado por sua capacidade em tonelada, c_f , e a quantidade de resíduos transferida pela estação (t/dia), c_t .

$$UF = \frac{n_f \cdot c_f}{c_t} \quad (13)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: $\frac{2}{3}$; subdimensionado: menor que $\frac{2}{3}$; superdimensionado: superior a $\frac{2}{3}$.
 - Justificativa: a finalidade principal da acumulação temporária de resíduos é armazenar os resíduos que chegam à estação de transferência no período de pico de carga, para que possam ser transferidos ao longo do dia, de modo regular. Portanto, se a existência do fosso ou do pátio aumentar em $\frac{2}{3}$ a capacidade operacional da estação, este estará desempenhando adequadamente sua função.
4. **grau de utilização da mão-de-obra (UMDO):** é a razão entre a quantidade de mão-de-obra direta, mdo_d , e a quantidade de mão-de-obra indireta, mdo_i .

$$UMDO = \frac{mdo_d}{mdo_i} \quad (14)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: 0,10; insuficiente: menor que 0,10; excesso de mão-de-obra indireta: maior que 0,10.
- Justificativa: se a quantidade de mão-de-obra indireta for cerca de 0,10 da quantidade de mão-de-obra direta, considera-se adequada a proporção. Se o grau de utilização da mão-de-obra for muito superior ou muito inferior a 0,10, pode estar ocorrendo ociosidade de mão-de-obra ou baixa mecanização das tarefas.

5. **grau de mecanização da estação (M):** é a quantidade de mão-de-obra direta total, mdo_d , dividida pela quantidade de resíduo transferida em tonelada, c_t .

$$M = \frac{mdo_d}{c_t} \quad (15)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - estação de transferência muito mecanizada: menor que 0,02 MDO/t/dia; mecanizada: 0,02-0,04 MDO/t/dia; pouco mecanizada: maior que 0,04 MDO/t/dia.
- Justificativa: a existência de pequena quantidade de mão-de-obra por tonelada transferida indica grande mecanização da operação de transferência.

6. **dimensão da estação (D):** indica se a estação é compacta ou não. É a razão entre a área total da estação, a (m^2), e a quantidade de resíduo transferida, c_t (t/dia).

$$D = \frac{a}{c_t} \quad (16)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - tamanho adequado: 6 m^2 /t/dia; compacta: menor que 6 m^2 /t/dia; ampla: maior que 6 m^2 /t/dia.
- Justificativa: se a área da estação (m^2) for seis vezes a quantidade de resíduos transferida (t/dia), empiricamente, a dimensão da estação é considerada adequada.

7. **velocidade média de transporte (V):** é a distância de transporte, d , em quilômetro dividida pelo tempo total de viagem, t , em hora. Em área urbana o limite de velocidade é de 60 km/h.

$$V = \frac{d}{t} \quad (17)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: 30-60 km/h; elevada: maior que 60 km/h; baixa: menor que 30 km/h.
- Justificativa: a velocidade média considerada adequada é aquela que respeita o Código Brasileiro de Trânsito, que estabelece como velocidade mínima 30 km/h e velocidade máxima 60 km/h em áreas urbanas.

8. **quantidade de coletores necessários para carregar uma carreta (VC/C):** é a capacidade do veículo de transferência, c_v , dividido pela capacidade do coletor, c_{vc} .

$$VC / C = \frac{c_v}{c_{vc}} \quad (18)$$

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: maior que 1:2; inadequado: menor que 1:2.
 - Justificativa: se a quantidade de coletores for igual à quantidade de veículos de transferência, não há economia de custo de transporte, pois não há redução de frota.
9. **disposição dos componentes da estação**
- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: há proximidade dos componentes da estação, respeitando a sequência do fluxo de carga; inadequada: quando os componentes da estação não são dispostos de acordo com o fluxo de carga.
 - Justificativa: a disposição dos componentes da estação (Cf. 120) é considerada adequada quando esses componentes estão próximos, melhorando o fluxo de carga.
10. **tempo de permanência de resíduo no fosso**
- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: menor que 2 horas; inadequado: superior a 2 horas.
 - Justificativa: menor que 2 horas é considerado adequado por TCHOBANOGLOUS et al. (1977).

b. Indicadores de qualidade e segurança:

1. localização da estação de transferência

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: zona industrial ou agrícola; inadequada: zona residencial ou comercial.
- Justificativa: zona industrial é mais adequada, segundo RHYNER et al. (1995).

2. tipo de manutenção realizada

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: há manutenção preventiva, corretiva e emergencial; inadequada: ausência de manutenção preventiva.
- Justificativa: manutenção preventiva é fundamental para melhorar a eficiência operacional e a produtividade, e também para reduzir custos.

3. idade da frota de carretas

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: menor que 5 anos; inadequada: superior a 5 anos.
- Justificativa: idade da frota menor que 5 anos está dentro da vida útil do veículo.

4. sistema de pesagem

- Conceitos e intervalos sugeridos - ótimo: há balança eletrônica; adequado: há algum tipo de balança; inadequado: não existe balança.
- Justificativa: sistemas eletrônicos de pesagem são mais precisos que os sistemas mecânicos.

5. **programa de treinamento permanente dos operários**

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: há treinamento permanente; inadequado: não há treinamento permanente.
- Justificativa: maior qualificação dos operários amplia a produtividade, conforme afirma HEELEY (1993).

6. **freqüência de limpeza da estação**

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: diária; inadequada: ocasional.
- Justificativa: diariamente deve ser feita a limpeza da estação de transferência para garantir-lhe o saneamento. Segundo COLCILLE & MCFERON (1994), varrer e lavar diariamente as áreas de transferência são importantes no controle de odor.

7. **freqüência de limpeza das carretas**

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: diária; inadequada: ocasional.
- Justificativa: diariamente deve ser feita a limpeza das carretas para amenizar o efeito corrosivo do chorume.

8. **freqüência de limpeza do fosso**

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: diária; inadequada: ocasional.
- Justificativa: o fosso ou o pátio de acumulação temporária de resíduos sólidos deve ser higienizado sempre, depois de utilizado ou diariamente, para evitar a proliferação de vetores.

9. **controle de poluição**

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: utilização de equipamentos próprios para mitigar a poluição gerada; inadequado: não há medidas preventivas e mitigadoras contra os impactos negativos da estação.
- Justificativa: utilização de equipamentos adequados ao controle de poluição melhora o relacionamento da comunidade com os administradores da estação.

10. **enlonamento das carretas**

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: utilização de lonas plásticas ou telas após carregamento; inadequado: o não enlonamento das carretas antes de partirem para o aterro sanitário.
- Justificativa: enlonamento das carretas evita a queda e o arraste dos resíduos sólidos pelo vento no trajeto da estação ao destino final.

11. **utilização de equipamentos de segurança**

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequada: utilização constante de equipamentos de segurança por todos os operários; inadequada: não utilização ou utilização parcial de equipamentos de segurança.
- Justificativa: reduz o índice de acidentes a utilização adequada de equipamentos de segurança.

12. outras operações dentro da estação

- Conceitos e intervalos sugeridos - alta utilidade: existência de trituração, triagem, enfardamento, etc.; adequada: somente a operação de transferência.
- Justificativa: se houver outras operações na estação, além da transferência, isso aumentará sua utilidade e sua aceitação pela sociedade.

13. terreno murado

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: há muros altos ou cercas; inadequado: muros ou cercas que não impeçam sua transposição.
- Justificativa: estação de transferência devidamente cercada ou murada evita a entrada de seres estranhos à operação e reduz a visibilidade da operação de transferência pela vizinhança.

14. áreas verdes ao redor da estação

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: se promover isolamento da estação; inadequado: se não isolar e melhorar a estética da estação.
- Justificativa: a existência de áreas arborizadas e gramadas ao redor da estação de transferência reduz ruído e visibilidade, aumentando a aceitação da estação.

15. horário de funcionamento da estação

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: de 6 às 22 horas; inadequado: de 22 às 6 horas.
- Justificativa: o não funcionamento da estação entre 22:00 e 6:00 horas, por respeito à lei do silêncio, aumenta sua aceitação.

16. **tipos de via de transporte**

- Conceitos e intervalos sugeridos - adequado: vias expressas e preferenciais; inadequado: vias secundárias e locais.
- Justificativa: vias expressas e de sentido único reduzem a incidência de acidentes e diminuem o tempo de viagem.

Como pôde ser verificado nas páginas anteriores, foram sugeridos diversos indicadores de produtividade, eficiência operacional, qualidade e segurança. No entanto, os conceitos e intervalos sugeridos precisam ser aperfeiçoados através de novas pesquisas e da experiência dos técnicos que trabalham em estações de transferência. A idéia de sugerir esses conceitos e intervalos é na verdade para proporcionar uma reflexão sobre as condições operacionais das estações de transferência.

A prática na utilização desses indicadores poderá levar ao aperfeiçoamento dos conceitos e intervalos sugeridos.

6 ESTAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA NO BRASIL

Neste capítulo, são apresentadas as estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares que se encontram em atividade no Brasil. Primeiramente dar-se-á uma visão histórica das estações de transferência. Em seguida, descrever-se-á de forma genérica sua composição e funcionamento. Posteriormente, apresentar-se-á a hierarquia administrativa típica dessas unidades.

6.1 Histórico

Nesta seção pretende-se focalizar o desenvolvimento das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares no Brasil.

Com base nos arquivos da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro - COMLURB, pode-se constatar que o sistema de transferência de resíduos é bem antigo no Brasil.

As primeiras estações de transferência ou rampas de transbordo (como eram conhecidas) foram construídas na década de 50, no Rio de Janeiro. Eram pequenas rampas nas quais os caminhões de coleta subiam de ré e vazavam seus resíduos diretamente em caminhões maiores ou nos bondes elétricos especiais para transportar o lixo.

Com o aumento das distâncias aos aterros sanitários e com o aparecimento de modernos caminhões compactadores, que transportavam uma quantidade de lixo três

vezes maior que os caminhões tipo baú ou prefeitura, era necessário projetar-se estações de transferência cujas carretas transportassem também uma quantidade de lixo pelo menos três vezes superior às carretas utilizadas na época. Construíram-se então as estações de transferência com compactação, cujo sistema se resumia em transferir os resíduos dos caminhões de coleta para carretas de 50 m³, através de grandes prensas estacionárias.

Foram construídas na década de 70, no Rio de Janeiro duas dessas estações: a Estação de Transferência Sul e a Estação de Transferência Norte. O sistema de operação de ambas as estações era o seguinte: os caminhões de coleta tinham acesso à plataforma de descarga através de uma rampa. Na plataforma de descarga, existiam dois fossos receptores (*push-pit*) de 90 m³ de capacidade cada um (9 m² de seção por 10 m de comprimento). Os resíduos, depois de descarregados nos fossos, eram empurrados por um sistema de placa hidráulica para os compactadores (cada fosso possuía um compactador) que, por sua vez, compactavam o lixo diretamente nas carretas. Cada carreta de 50 m³ transportava cerca de 30 t de lixo e possuía um sistema de placa hidráulica (semelhante ao dos fossos) para o vazamento do lixo.

Não somente no Rio de Janeiro mas também em São Paulo foram construídas estações com compactação: Ponte Pequena e Vergueiro.

Na mesma época, segundo CONSULTEC/SANIPLAN (1979), em complementação ao Plano de Destino Final de Lixo do Distrito Federal, foram previstas, para a Capital Federal, quatro estações de transferência: duas no Plano Piloto, uma em Sobradinho e a quarta no Gama. Todas as estações seriam do tipo descarga direta. Os anteprojetos das estações eram praticamente iguais, com diferença apenas na localização. A estação central ficaria localizada em terreno próximo à oficina do Serviço de Limpeza Urbana, no Setor de Garagens Oficiais. Foi dimensionada para receber inicialmente 110 t de resíduo sólido domiciliar, prevendo-se uma expansão a médio prazo para 220 t/dia. Os resíduos seriam transferidos diretamente para carretas de 30 m³. A estação consistia de uma rampa em aterro,

pavimentada, a qual daria acesso a um pátio elevado, para descarga dos caminhões de coleta. O pátio superior seria coberto. Uma balança rodoviária tipo plataforma, uma guarita e um pequeno escritório complementariam o projeto.

Os investimentos necessários às obras civis e à aquisição de equipamentos (prensas, placas e cavalos) do sistema com compactação foram bastante elevados, por isso a equipe técnica da COMLURB passou a estudar um projeto de estação para operar com um tipo de carreta que transportasse a mesma quantidade de lixo e cujos investimentos globais fossem bem inferiores. Chegou-se a um tipo de carreta composta de dois módulos (caixas): a traseira com volume de 40 m³ e basculamento traseiro e a central com volume de 30 m³ e basculamento bilateral.

Nessa época, foram construídas no Rio de Janeiro, as estações de transferência de Bangu e Nova Iguaçu, dentro dessa concepção. O sistema de operação dessas estações era basicamente o seguinte: os caminhões de coleta tinham acesso à plataforma de descarga através de uma rampa. Na plataforma de descarga, os caminhões vazavam os resíduos diretamente nas carretas, através de defletores metálicos cuja função era dirigir o lixo para dentro delas.

As empresas públicas brasileiras responsáveis por estações de transferência buscaram, a partir da década de 80, a terceirização de suas operações, e a substituição gradativa do sistema com compactação pelo sistema sem compactação, visando a reduzir os custos de manutenção e operação.

A partir de meados dos anos 90, para reduzir a formação de filas de espera dos veículos coletores, reduzir custos e melhorar o aspecto estético das estações, tem-se preferido (1) a utilização de carretas abertas, sem compactação, com capacidade para 21 t de resíduos, por apresentarem menores custos de investimento e manutenção, (2) fossos de acumulação temporária de resíduos e pás mecânicas para auxiliar a transferência, por possibilitar a esse tipo de estação a volta rápida do coletor

para o setor de coleta, (3) e unidades semi-enclausuradas para impedir a visibilidade das operações realizadas.

6.2 Descrição

As estações de transferência brasileiras podem ser classificadas, quanto ao meio de transporte após transferência, como estações com transporte rodoviário. Quanto ao modo de armazenagem, verificam-se três tipos diferentes de estações: estação tipo descarga com armazenagem, estação tipo descarga direta, e estação de transferência mista. Nenhuma das estações realiza tratamento físico prévio de resíduos sólidos. Quanto ao porte, podem-se encontrar estações tanto de médio porte quanto de grande porte.

As estações de transferência brasileiras, independentemente do porte que possuem, são instalações bastante simples. A maior parte delas possui dois níveis: o superior para descarregamento e o inferior para carregamento. A operação não é confinada, as estações são semi-enclausuradas, ou a operação é realizada ao ar livre. Nas unidades de transferência em funcionamento, não existe operação de redução de volume. Todas as estações têm suas operações terceirizadas, cabendo à Prefeitura o controle e a fiscalização das atividades.

6.2.1 Componentes e etapas de operação

As estações de transferência brasileiras são constituídas basicamente por: (a) recepção; (b) unidade de controle gravimétrico; (c) pátio de manobra de descarga; (d) áreas de estocagem, alimentação, carregamento e enlonamento; (e) áreas de circulação e administrativa.

A FIGURA 16 esquematiza as etapas de operação de uma estação de transferência mista, as quais são descritas a seguir.



FIGURA 16 - Etapas da operação de transferência.

Quando o coletor chega à estação ele passa pela recepção, que o encaminha à unidade de controle gravimétrico. O controle de carga é feito por balança do tipo rodoviário, dotada de sistema de registro automático, que informa o peso, a data, a hora da operação e o número de ordem do veículo coletor (Cf. FIGURAS 17 e 18).



FIGURA 17 - Estação de transferência Caju: coletor na plataforma da balança.

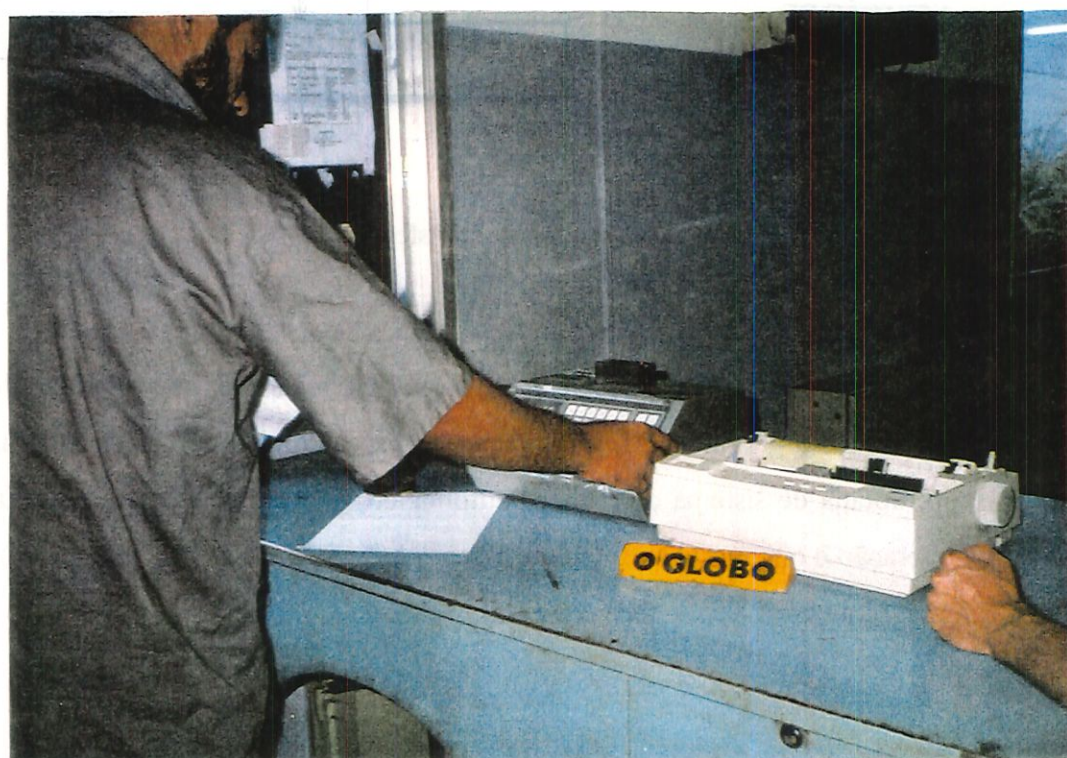


FIGURA 18 - Estação de transferência Caju: sistema eletrônico de pesagem.

Após a pesagem do veículo coletor, este dirige-se para o pátio de manobra de descarga, que normalmente tem área suficiente para a manobra de descarregamento de vários coletores simultaneamente (Cf. FIGURA 19).



FIGURA 19 - Estação de transferência Bangu: área de manobra dos veículos coletores.

6.2.2 Estação tipo descarga com armazenagem

Os coletores descarregam em fossos ou pátio de acumulação temporária de resíduos (Cf. FIGURA 20), para evitar a formação de filas em período de pico de descarga e, no caso de ocorrer algum atraso das carretas durante seu trajeto, evitar a desorganização dos horários de coleta.

Existem vários sistemas de estocagem e alimentação, em função do processo de retirada do resíduo do fosso e de sua transferência para o veículo de transporte.

São eles: (a) fosso simples; (b) pátio de acumulação temporária de resíduos; (c) chão movediço; (d) *push-pit*.

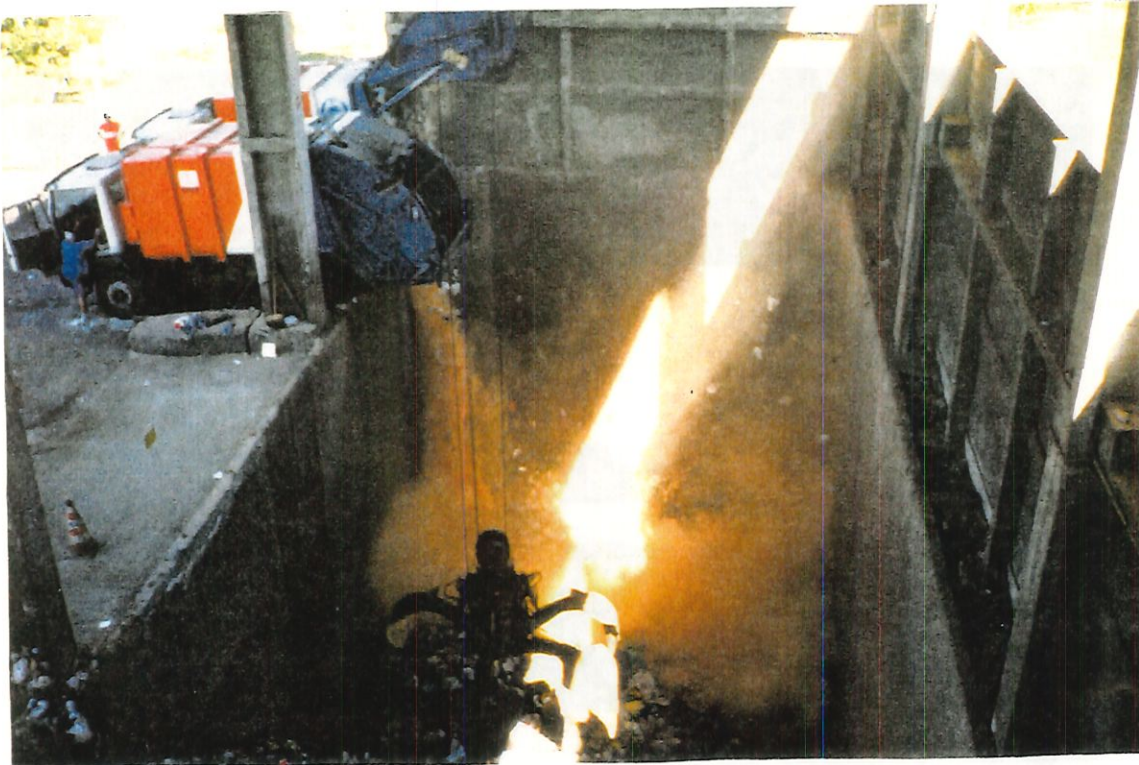


FIGURA 20 - Estação de transferência Caju (usina): descarregamento dos veículos coletores no fosso.

O fosso simples e o pátio são os tipos de armazenagem temporária de resíduos mais empregados. Eles consistem de um amplo fosso de concreto ou de um pátio com capacidade suficiente para receber todo o resíduo a ser transportado até um período de 24 horas. O material pode ser retirado do fosso para ser colocado nas carretas por meio de pontes rolantes com caçamba tipo pólipô ou garra hidráulica e por meio de pás mecânicas (Cf. FIGURAS 21 e 22).



FIGURA 21 - Estação de transferência Ponte Pequena: pátio de acumulação de resíduos, pá mecânica carregando uma carreta de transporte.



FIGURA 22 - Estação de transferência Caju (usina): vista superior da garra carregando uma carreta de transporte.

O sistema com chão movediço nada mais é que a operação de dotar o fundo do fosso de um transportador metálico, o qual remove gradativamente o resíduo acumulado para o veículo de transferência. Nem esse sistema nem o sistema com *push-pit* são utilizados no Brasil.

Numa estação com armazenagem de resíduos só são aceitos os resíduos domiciliares e provenientes de feira-livre. Os resíduos de varrição não são aceitos, pois obstruem o sistema de drenagem do fosso.

O chorume produzido no fosso deveria ser tratado, porém somente em uma estação de transferência brasileira isso é verificado (Cf. FIGURA 23 e 24).



FIGURA 23 - Estação de transferência Caju (usina): ralo para escoamento do chorume produzido no fosso.



FIGURA 24 - Estação de transferência Caju (usina): sistema de lodo ativado empregado no tratamento do chorume.

A fim de reduzir a emanção de odores e o acúmulo de particulado em suspensão, quando da descarga dos coletores, os fossos foram projetados para serem dotados de sistema de aspersão de água com elemento desodorizante. No entanto, isso não é feito, pois esse sistema eleva o peso do resíduo, aumentando o custo de transporte.

A área de carregamento dos veículos de transporte é dotada de unidades de manutenção e limpeza (Cf. FIGURAS 25 e 26) e, quando se utilizam carretas abertas, uma área para o seu enlonação é prevista.



FIGURA 25 - Estação de transferência Bangu: unidade de manutenção.



FIGURA 26 - Estação de transferência Vergueiro: unidade de limpeza.

Após devidamente carregado e, se necessário, enlonado, o veículo de transporte dirige-se à unidade de pesagem, já mencionada anteriormente.

A área de circulação é aquela que permite o tráfego de veículos sem interferir no funcionamento da estação, e a área administrativa é onde se situa o escritório, os vestiários, o almoxarifado, o refeitório, etc.

A FIGURA 27 apresenta um esquema da planta de situação da Estação de Transferência Bangu.

6.2.3 Estação tipo descarga direta

As estações de transferência do tipo descarga direta são formadas por uma rampa com inclinação de 10 %, terminando na parte superior em uma plataforma horizontal (área de descarga). O acesso do coletor à plataforma é normalmente feito em pista única, manobrando na área de descarga em marcha à ré; da plataforma esses coletores descarregam os resíduos diretamente no interior de carretas abertas no topo (Cf. FIGURAS 28 e 29). Portanto, não ocorrem qualquer fosso de acumulação temporária de resíduos nem qualquer processo intermediário de acomodação desses resíduos, sendo esta a única diferença que exibem em relação às estações do tipo descarga com armazenagem.

Esse sistema requer um serviço constante de varrição da área de carregamento das carretas e o enlonamento obrigatório dos veículos de transporte (Cf. FIGURA 30).

Nessas estações de transferência, o pátio superior é coberto. Além disso, uma balança rodoviária tipo plataforma, uma guarita, um pequeno escritório e um pátio de estacionamento integram o projeto. Na maior parte dos casos, o terreno da estação é pavimentado e seus limites cercados, para impedir a entrada de pessoas estranhas.

Para dar melhor aspecto à instalação, o projeto prevê áreas verdes ou painéis metálicos para bloquear a visão das operações realizadas na estação aos vizinhos e pedestres.

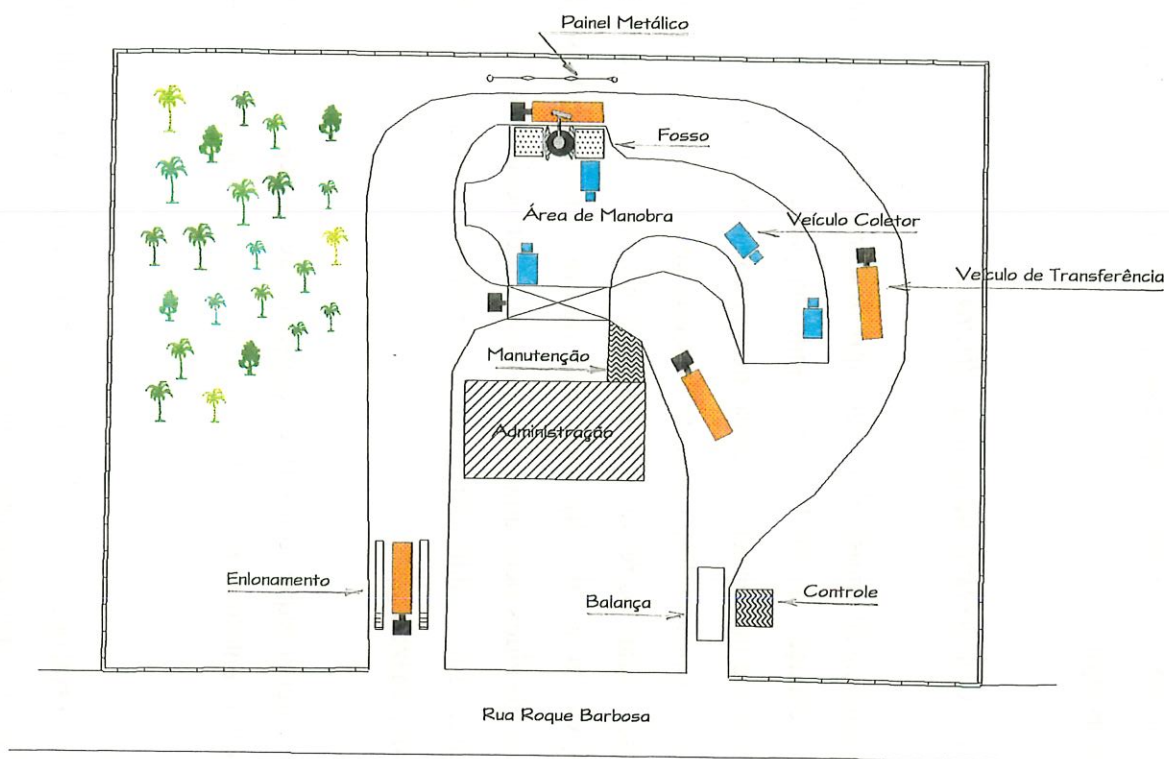


FIGURA 27 - Planta de situação esquemática da Estação de Transferência Bangu.



FIGURA 28 - Estação de transferência Caju (rampa): vista frontal da frente de carregamento dos veículos de transporte.



FIGURA 29 - Estação de transferência Caju (rampa): área de carregamento dos veículos de transporte.



FIGURA 30 - Estação de transferência Bangu: área de enlonamento dos veículos de transporte.

6.2.4 Estação com transporte rodoviário

Todas as estações de transferência brasileiras que se encontram em funcionamento atualmente utilizam o transporte rodoviário no percurso da estação até o destino final dos resíduos, geralmente aterro sanitário.

Em sua grande maioria, são empregados caminhões com carga de topo e descarga pela parte posterior. São carretas sem dispositivo de compactação. O conjunto semi-reboque cavalo-mecânico possui cinco eixos, tem capacidade máxima de carga de 27 t (50 m³) e tara de 15 t. Esses veículos de transferência são enlonados (Cf. FIGURA 31), isto é, são cobertos por uma lona plástica, que é presa com tiras de borracha em suas laterais, antes de seguir viagem para evitar o espalhamento do resíduo pelo vento e, em caso de chuva, reduzir a formação de chorume no interior do veículo. O resíduo é descarregado por basculamento ou por sistema hidráulico.



FIGURA 31 - Veículo de transferência de resíduos sólidos.

6.3 Estrutura administrativa

A administração das estações de transferência está sujeita, em primeiro lugar, ao órgão municipal responsável pelo serviço de limpeza urbana (Departamento de Limpeza Urbana), que normalmente está subordinado à Secretaria de Serviços e Obras do Município, que integra a administração municipal.

A FIGURA 32 exemplifica a estrutura administrativa normalmente encontrada numa estação de transferência brasileira. A estação é administrada por um chefe geral, que tem ligação direta com o auxiliar administrativo (que coordena as operações na estação) e com o encarregado da manutenção. O chefe administrativo, por sua vez, está subordinado ao diretor técnico do órgão público de limpeza urbana do Município.



FIGURA 32 - Organograma típico da estrutura administrativa de uma estação de transferência brasileira

Segundo PHILLIPI Jr. (1979), esse tipo de hierarquia administrativa é vantajoso por que facilita a transmissão de ordens, mantém a disciplina e promove um maior controle das atividades desenvolvidas na estação de transferência.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Características gerais

Atualmente, conforme levantamento realizado para este trabalho, estão em operação no país dezesseis estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares, além de seis estações que se encontram desativadas. Planeja-se reformar uma unidade e construir mais sete (Cf. TABELA 9).

A TABELA 8 mostra que apenas um município com menos de 200 mil habitantes possui uma estação, e 75 % das estações de transferência em operação localizam-se em cidades cuja população é superior a um milhão de habitantes.

TABELA 8 - Quantidade de estações de transferência em operação em função da população do município

Número de habitantes (x 1.000)	Número de estações de transferência em operação	Porcentagem de estações (%)
Menos de 200	1	6
200-500	2	13
500-1.000	1	6
1.000-5.000	5	31
Mais de 5.000	7	44

As unidades de transferência podem ser encontradas no Distrito Federal e nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil. A FIGURA 33 mostra que a maior parte das estações em operação está localizada na região Sudeste, e também que a região Sul possui o maior número de estações desativadas.

TABELA 9 - Situação das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares por município

Município Unidade da Federação	IA* (%)	Estação em operação	Estação desativada	Estação a ampliar	Estação a construir	Sistema de operação das estações	Fonte dos dados
Brasília Distrito Federal	-	Asa Sul (350 t/dia)	-	-	-	com armazenagem	informação oral
		DL Norte				com armazenagem	
		Gama				com armazenagem	
		Sobradinho (250 t/dia)				descarga direta	
Curitiba Paraná	35	Norte (1.000 t/dia)	três pequenas rampas	-	Oeste (500 t/dia) Leste/Sudeste (500 t/dia)	misto	COMEC
Florianópolis Santa Catarina	100	Itacorubi (250 t/dia)	-	-	Norte da ilha de Santa Catarina	descarga direta	COMCAP
Nilópolis Rio de Janeiro	-	Nilópolis	-	-	-	descarga direta	informação oral
Nova Iguaçu Rio de Janeiro	-	Nova Iguaçu	-	-	-	descarga direta	informação oral
Recife Pernambuco	0	-	Caçote	-	-	-	EMLURB

TABELA 9 - Situação das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares por município

Município Unidade da Federação	IA* (%)	Estação em operação	Estação desativada	Estação a ampliar	Estação a construir	Sistema de operação	Fonte dos dados
Rio de Janeiro Rio de Janeiro	38	Bangu (600 t/dia)	Sul	-	Catumbi (1.800 t/dia)	com armazenagem	COMLURB
		Caju - rampa (400 t/dia)			Jacarepaguá (800-1200 t/dia)	descarga direta	
		Caju - usina (1.200 t/dia)				com armazenagem	
		Itararé (800 t/dia)				misto	
São Gonçalo Rio de Janeiro	0	-	-	-	Em estudo	-	PMSG
São João de Meriti Rio de Janeiro	-	Venda Nova	-	-	-	com armazenagem	informação oral
São Paulo São Paulo	80	Ponte Pequena (3.200 t/dia)	Itaquera	Ponte Pequena (6.000 t/dia)	Presidente Wilson (1.250 t/dia)	misto	LIMPURB
		Santo Amaro (2.500 t/dia)				com armazenagem	
		Vergueiro (1.250 t/dia)				misto	

* Índice de atendimento (IA): Porcentagem de resíduo domiciliar produzido no município que passa por estações de transferência.

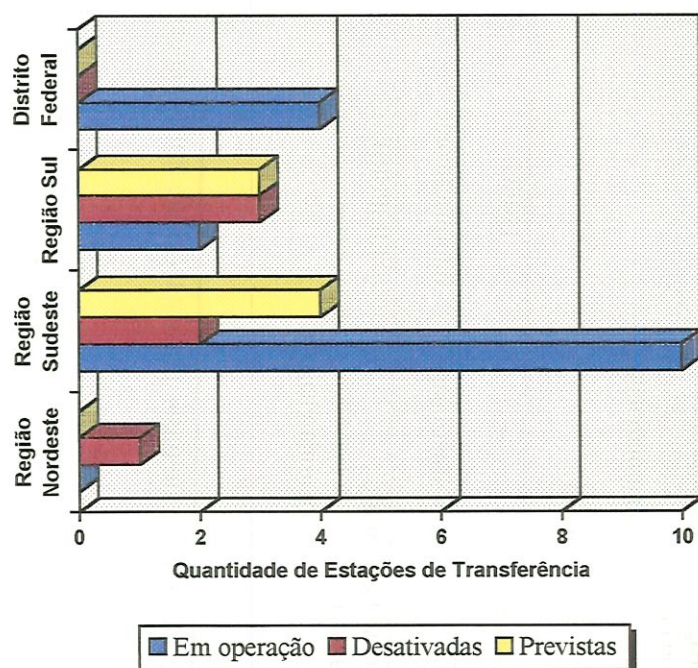


FIGURA 33 - Quantidade de estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares por Região do Brasil

As empresas responsáveis pelas estações de transferência dos seguintes municípios: Brasília, Nilópolis, Nova Iguaçu e São João de Meriti não forneceram quaisquer informações apesar de terem sido feitos diversos contatos por meio de cartas, telefonemas e fax. Portanto, as informações que são apresentadas e analisadas a seguir não consideram as estações de transferência dos municípios que não quiseram colaborar com esta pesquisa.

Por meio da TABELA 10, nota-se que a maior parte das estações de transferência analisadas são de grande porte.

TABELA 10 - Capacidade média diária das estações de transferência

Porte da estação de transferência	Capacidade de transferência (t/dia)	Número de estações de transferência em operação	Porcentagem de estações (%)
Pequeno	1-100	-	0
Médio	101-250	1	11
	251-500	1	11

TABELA 10 - Capacidade média diária das estações de transferência

Porte da estação de transferência	Capacidade de transferência (t/dia)	Número de estações de transferência em operação	Porcentagem de estações (%)
Grande	501-2.500	6	67
	2.501-5.000	1	11

A TABELA 11 mostra que, numa estação de transferência, a distância de transporte é menor que 40 km, as distâncias de transporte de mais da metade das estações variam de 41 a 80 km e somente numa estação a distância percorrida pelos veículos de transferência é superior a 81 km.

TABELA 11 - Distâncias (ida e volta) das estações de transferência (ET) aos locais de disposição final de resíduos (LD)

Distância de ida e volta (km) ET↔LD	Número de estações de transferência	Porcentagem de estações (%)
menos de 20	0	0
21-40	1	11
41-60	5	56
61-80	2	22
mais de 81	1	11

O tempo gasto no percurso de ida e volta da estação de transferência ao aterro sanitário, para a maioria das estações, varia entre 60 e 90 min, segundo se verifica na TABELA 12.

TABELA 12 - Tempo (ida e volta) das estações de transferência aos locais de disposição final de resíduos

Tempo de ida e volta (min) ET↔LD	Número de estações de transferência	Porcentagem de estações (%)
1-60	0	0
61-90	5	56
91-120	2	22
121-150	1	11
mais de 151	1	11

Conforme a TABELA 13, o sistema de operação da maioria das estações brasileiras pesquisadas ou é misto, ou é do tipo descarga com armazenagem. E 78 % das estações são semi-enclausuradas (Cf. TABELA 14).

TABELA 13 - Sistema de operação das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares

Sistema de operação	Número de estações de transferência	Porcentagem de estações (%)
descarga direta	2	22
descarga com armazenagem	3	33
misto	4	45

TABELA 14 - Grau de enclausuramento das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares

Grau de enclausuramento	Número de estações de transferência	Porcentagem de estações (%)
ao ar livre	2	22
semi-enclausurada	7	78
totalmente enclausurada	0	0

7.2 Características específicas

Nesta seção, são apresentadas as características principais das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares que foram desativadas ou que se encontram em funcionamento.

7.2.1 Estações de transferência desativadas

A desativação das estações de transferência, tanto no Rio de Janeiro como em São Paulo, deveu-se à localização inadequada dessas unidades.

No caso da Estação de Transferência Sul, o principal motivo foi sua localização no bairro de Botafogo, na zona sul do Rio de Janeiro, uma área densamente povoada. Outra razão é o alto custo de manutenção que essa unidade e seus equipamentos de transporte representavam. Além disso, havia grande dificuldade de trânsito para os veículos de transferência de 70 m³ de carga, aproximadamente 46 toneladas de peso bruto total nas ruas do bairro.

No caso da Estação de Transferência Itaquera, em São Paulo, a unidade foi desativada em dezembro de 1992, devido à inauguração do Aterro Sanitário Sítio São João, uma vez que o aterro fica exatamente ao lado do então transbordo.

Em Curitiba, três estações de transferência foram desativadas por não possuírem condições adequadas de operação. Tratava-se de rampas sem cuidado sanitário adequado, implantadas por municípios pequenos próximos a Curitiba. Como não houve acompanhamento técnico das rampas desativadas, não foi possível obter informações sobre a sua operação.

No Recife, a estação de transferência situada na área sede da EMLURB/DLU, no bairro do Caçote, na Avenida Recife, foi desativada por decisão administrativa. Visto que a estação fica localizada dentro das dependências da EMLURB, em área relativamente afastada da comunidade, não há nenhum problema a ser registrado quanto à aceitação da operação pela comunidade.

Inaugurada em 1990, a Estação de Transferência Caçote era operada pela Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização - EMLURB. Sua capacidade inicial era de 250 t/dia, mas foi ampliada em 1992, o que proporcionou o aumento de sua capacidade em quase 100 %. Da quantidade total de resíduo sólido domiciliar coletada no município, 19 % passavam pela estação de transferência, que possuía 04 caminhões-carreta com capacidade para 70 m³, com idade média de 13 anos, e 01 balança rodoviária de 30 t. A frequência e o horário de operação da estação eram de segunda a sábado, das 7:00 às 17:00 h.

A TABELA 15 mostra a distância e o tempo entre a Estação de Transferência Caçote e o Aterro Controlado de Muribeca.

TABELA 15 - Distância e tempo característicos do percurso entre a Estação de Transferência Caçote e o Aterro Controlado de Muribeca

Unidade	Estação de Transferência Caçote
Destino final	Aterro de Muribeca
Distância estação-destino (ida e volta) (km)	30
Tempo estação-destino (ida e volta) (min)	60

FONTE: EMLURB.

Durante o período em que a Estação de Transferência Caçote esteve em operação, não houve ocorrência de acidentes, apesar da insuficiência de equipamentos de proteção individual, conforme informou o Departamento de Planejamento e Apoio Operacional da EMLURB.

No Recife, não existe previsão de construção de novas estações de transferência ou reativação da estação Caçote, por falta de recursos para investimento.

7.2.2 Estações de transferência em operação

A seguir, são focalizadas e comentadas as estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares que se encontram em operação no municípios brasileiros.

7.2.2.1 Curitiba

Atualmente, a coleta nos Municípios pertencentes à Região Metropolitana de Curitiba é feita sob responsabilidade de cada Prefeitura. Algumas executam o serviço diretamente e outras terceirizam o serviço em parte ou na totalidade. A quantidade

total de resíduo sólido domiciliar coletado em Curitiba é 1.150 t/dia, e nos demais Municípios é 450 t/dia. As destinações finais utilizadas variam de acordo com o tipo de resíduo e os tipos de coleta/serviços prestados em cada um dos Municípios. A mais importante das destinações é o Aterro Sanitário da Cachimba (ou Aterro Sanitário Sul), que pertence à Prefeitura de Curitiba mas é utilizado por outros onze Municípios, e recebe resíduos sólidos domiciliares oriundos da coleta convencional.

Uma segunda destinação é a reciclagem feita em larga escala na Usina de Recuperação de Materiais da Prefeitura de Curitiba e em vários depósitos e aparista privados. Há ainda um Aterro de Resíduos de Serviços de Saúde (tipo vala séptica), um Sistema de Incineração de resíduos de serviços de saúde patogênicos formados por incineradores móveis, e um Aterro de Resíduos Vegetais, todos administrados pela Prefeitura de Curitiba, além de dois vazadouros utilizados por Municípios mais distantes do aterro sanitário.

O Estado do Paraná propôs uma abordagem metropolitana para o sistema de Curitiba e dos municípios vizinhos (conurbação). O novo sistema a ser implantado, num prazo de dois anos, consiste em manter o sistema existente e implantar um novo aterro sanitário na região Norte, posição geográfica oposta à atual, de forma a permitir uma otimização dos percursos e diminuição das distâncias percorridas. Está programada a operação de até três estações de transferência, a primeira, na porção Norte da região, próxima aos centros geradores, será implantada no início da operação do sistema (1998); a segunda será implantada na porção Oeste, e no momento em que o Aterro Sanitário Sul for fechado (previsão 2004). Nesta ocasião será avaliada a necessidade de instalação da terceira, na região Leste/Sudeste.

Todo o conjunto de ações planejado deverá ser implantada pela iniciativa privada através de contrato de concessão, provavelmente por 20 anos ou mais. Os Municípios continuarão responsáveis por algumas parcelas do serviço e pela fiscalização dos serviços das concessionárias. O modelo de gerenciamento e de

controle dessas atividades e da relação entre os Municípios e as Concessionárias está em estudo.

Na fase I (1998-2004) do sistema a ser implantado, 35 % dos resíduos sólidos domiciliares coletados passarão por estação de transferência, e na fase II (a partir de 2004) 95 %.

A Estação de Transferência Norte será localizada em zona agrícola, ao lado da área de serviços do Município (Cf. TABELA 16). A capacidade do projeto é 1.000 t/dia em dois turnos de 8 (oito) horas cada. O custo de investimento é estimado em R\$ 1.400.000,00, sem considerar o terreno, incluindo acesso.

TABELA 16 - Distância e tempo característicos do percurso entre a Estação de Transferência Norte e o destino final dos resíduos sólidos

Unidade	Estação de Transferência Norte
Destino final	Aterro Sanitário Norte
Distância estação-destino (ida e volta) (km)	73,6
Tempo estação-destino (ida e volta) (min)	80

FONTE: COMEC.

A estação pode receber 24 veículos coletores por hora. Possui um box de descarga com capacidade para dois veículos em descarga direta simultânea e dois em descarga na área de acumulação temporária de resíduos. Contudo, após o início da operação, esse sistema será reavaliado. Está previsto o horário de 6:00 às 23:00 horas para o recebimento dos resíduos, frequência média de quinze minutos (fase I) e sete minutos (fase II), e também tempo de descarga de dez minutos até quatro veículos simultâneos. A operação de transbordo deverá ocorrer entre 7:00 e 22:00 horas. Três veículos de transferência deverão deixar a estação no período de uma hora (aproximadamente 75 t/h). Há previsão de implantação de garagem para os veículos de transferência no novo aterro sanitário. O controle de entrada e saída dos veículos de coleta será realizado por meio de pesagem na estação e no aterro, com balança

eletrônica computadorizada. O veículo de transferência será pesado durante a operação de carga, a fim de permitir o controle do peso por eixo/pneu.

A operação de transferência transcorrerá da seguinte forma: a descarga dos resíduos será feita por gravidade, a partir de uma plataforma elevada. Nos momentos de pico, quando o número de veículos exceder a capacidade da plataforma de descarga direta, haverá a possibilidade de descarga no pátio impermeabilizado, e posterior carga nos veículos de transferência com o uso de pás carregadeiras, nos horários de menor movimento. A estação disporá de um pólipio para auxiliar na arrumação da carga do semi-reboque. Vale acrescentar que os critérios de operação prevêm que o resíduo não pode permanecer de um dia para o outro na estação de transferência.

O pátio de descarga, a área de enlonação e os veículos de transferência serão limpos diariamente. O local de limpeza dos veículos será o aterro.

Os equipamentos auxiliares e as balanças que farão parte da Estação de Transferência Norte são os seguintes: uma pá carregadeira de médio porte, uma pá carregadeira de pequeno porte (tipo bobcat), uma balança eletrônica para 30 toneladas, duas balanças de 60 toneladas e dois guindastes estacionários.

A Estação de Transferência Norte será semi-enclausurada: o pátio de acesso será coberto e o local de descarga será coberto e fechado lateralmente. A estação terá dois níveis de acesso: o primeiro, ao nível da rua, será o nível de carga dos caminhões de transferência; o segundo será o nível elevado em que ocorrerá a descarga dos veículos de coleta, e que será atingido por meio de uma rampa. A estação será totalmente cercada. Na parte da frente terá portal de entrada com portaria de controle de acesso. Todo seu entorno será protegido por vegetação de médio e grande portes.

O transporte de longa distância será o transporte rodoviário: dois veículos de transferência tipo cavalo-mecânico com semi-reboque, com capacidade de 70 m³.

Após 2.004, a frota passará a ser de nove veículos. A descarga dos veículos de transferência será por gravidade, utilizando-se os equipamentos hidráulicos de basculamento/ejeção dos próprios veículos.

Quanto aos efluentes gerados, a previsão inicial é de que, em função da forma de operação, o volume a ser coletado e tratado será pequeno e consistirá basicamente de umidade desprendida da massa de resíduos, portanto pretende-se tratá-lo na própria estação através do sistema de tratamento de esgoto, caso se verifique uma quantidade significativa de chorume ou não se consiga obter um tratamento adequado, o mesmo será coletado e transferido ou para a rede de tratamento de esgoto da Concessionária ou para o sistema de tratamento de chorume do aterro sanitário.

Não há previsto nenhuma atividade de manipulação de resíduo além da transferência em si, existe sim a previsão de incluir a estação em um roteiro de educação ambiental ou até mesmo da própria estação vir a possuir um núcleo de educação ambiental.

Segundo a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba - COMEC, quando o sistema for implantado haverá um intenso acompanhamento e ajuste das atividades, após os acertos iniciais será mantido um acompanhamento constante das atividades e um programa de qualidade para a estação de transferência e para o sistema como um todo.

Os principais problemas levantados pela comunidade com relação a estação de transferência são: receio de sujeira e odor desagradável, tráfego intenso de veículos, barulho e vetores. Para melhorar a aceitação da estação de transferência foram desenvolvidos programas de educação ambiental e comunicação social, no entanto a escolha da área em região pouco habitada foi fundamental. Para amenizar a poluição gerada pela operação de transferência, o projeto considera uma estação semi-enclausurada, limpeza diária, equipamento novo e adequado, sistema de tratamento de

efluentes, cortina vegetal envolvendo a instalação, localização afastada das áreas residenciais, estação com filtros de ar e com pressão negativa no ambiente a fim de evitar a saída de particulados.

7.2.2.2 Florianópolis

Em Florianópolis, estuda-se a construção de uma estação de transferência ao Norte da Ilha de Santa Catarina. Atualmente, existe uma estação de transferência, conhecida como Itacorubi, localizada no antigo lixão do Município, sobre mangue, em região residencial, que provoca descontentamento aos condomínios próximos, situados a cerca de 500 m da estação.

As atividades na Estação de Transferência Itacorubi foram iniciadas em outubro de 1989. A empresa responsável pela operação é a FORMACO. A quantidade de resíduo recebida pela estação é 250 t/dia. O custo de investimento foi cerca de R\$ 250.000,00, e o custo da operação é de aproximadamente R\$ 52.000,00 por mês. A TABELA 17 mostra distância e tempo entre a Estação de Transferência Itacorubi e o destino final.

TABELA 17 - Distância e tempo entre a Estação de Transferência Itacorubi e o destino final dos resíduos sólidos

Unidade	Estação de Transferência Itacorubi
Destino final	Aterro Sanitário Municipal
Distância estação-destino (ida e volta) (km)	48
Tempo estação-destino (ida e volta) (min)	90

FONTE: COMCAP.

A operação de transferência é realizada ao ar livre. A estação de transferência Itacorubi emprega 17 funcionários, tem dois níveis de operação, é cercada, possui uma balança para os veículos de coleta, refeitório, dormitório e os equipamentos indispensáveis à segurança. A limpeza é executada continuamente.

A coleta de resíduos sólidos domiciliares em Florianópolis é realizada por oito veículos de coleta de 15 m³ e quatro veículos de 4 m³. Esses veículos chegam à estação de transferência entre 9:30 e 11:30 horas, primeira carga, e de 13:30 às 15:30 horas, segunda carga. Dois veículos de coleta descarregam simultaneamente diretamente no interior do veículo de transferência. A estação tem uma frente de carregamento e área de enlonamento com capacidade para um veículo. Os resíduos são distribuídos e acomodados no veículo de transferência por meio de uma retro-escavadeira.

Por não haver armazenamento de resíduo, não há lançamento de chorume que, conseqüentemente, não é tratado.

Os veículos de transferência (cinco caminhões Volvo dotados de carretas da marca Guirro com capacidade para 45 m³ de resíduos) fazem 14 viagens por dia num período de 24 horas, através de avenidas com pistas de sentido único, vias expressas urbanas e da BR-101. A manutenção de equipamentos, veículos e da própria estação é basicamente corretiva.

7.2.2.3 Rio de Janeiro

A Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro - COMLURB - recolhe diariamente 7.700 toneladas de resíduos produzidos em toda a cidade (média obtida no ano de 1996). A produção de lixo per capita é cerca de 1,0 kg por habitante. Para limpar a cidade do Rio de Janeiro, a Companhia dispõe de uma frota de 1.030 veículos, quatro estações intermediárias para transferência dos resíduos coletados, três aterros sanitários, três usinas de compostagem e reciclagem e aproximadamente 9.000 garis.

A COMLURB recolhe, na Cidade do Rio de Janeiro, aproximadamente 4.600 t/dia de resíduo domiciliar. Esses resíduos são recolhidos por caminhões de coleta

compactadores. Os chassis e equipamentos compactadores utilizados são diversificados, variando sua capacidade de peso entre 5.000 kg e 9.000 Kg e a capacidade volumétrica, conseqüentemente, entre 12 m³ e 18 m³.

Cerca de 90 % dos resíduos sólidos domiciliares passam por estação de transferência. São quatro as estações de transferência em operação no Rio de Janeiro: Bangu, Caju - rampa, Caju - usina e Estrada do Itararé (Cf. TABELA 18). Está também em estudo a construção de uma estação de transferência no Bairro de Catumbi, próximo às regiões de coleta do Centro e zona Sul da cidade, e de outra estação de transferência na baixada de Jacarepaguá, zona Oeste da cidade, próximo às regiões de coleta de Barra da Tijuca, Taquara e Jacarepaguá, regiões que exibem as maiores taxas de crescimento populacional da Cidade. A estação Catumbi terá capacidade da ordem de 1.800 t/dia, e a estação Jacarepaguá, entre 800 e 1.200 t/dia.

TABELA 18 - Informações específicas das estações de transferência em operação no Rio de Janeiro

Unidade	Bangu	Caju (Rampa)	Caju (Usina)	Itararé
Início das atividades	1996	1976	1992	1976
Empresa responsável pela operação	Enterpa Ltda.	Enterpa Ltda.	Enterpa Ltda.	Queiroz Galvão
Local de implantação	residencial e comercial	residencial e industrial	residencial e industrial	residencial e industrial
Área total da estação de transferência (m ²)	-	-	-	6.681
Custo médio de operação (R\$/mês)	154.000,00	-	-	-
Capacidade nominal da estação (t/dia)	600	400	1.200	800
Quantidade de resíduo transferida (t/dia)	600	400	2.300	800
Destino final	aterro sanit. Gramacho	aterro sanit. Gramacho	aterro sanit. Gramacho	aterro sanit. Gramacho
Distância estação-destino (ida e volta) (km)	60	46	46	40
Tempo estação-destino (ida e volta) (min)	120	90	90	80
N. de boxe de carregamento das carretas	01	02	03	01
N. de coletores na descarga (máximo)	02	04	04	02

TABELA 18 - Informações específicas das estações de transferência em operação no Rio de Janeiro

Unidade	Bangu	Caju (Rampa)	Caju (Usina)	Itararé
Controle de entrada e saída de veículos	balança com leitura eletrônica	balança com leitura eletrônica	balança com leitura eletrônica	balança com leitura eletrônica
Tipo e quantidade de balanças	1 balança de 30 t	1 balança de 30 t 1 balança de 60t	1 balança de 30 t 1 balança de 60t	1 balança de 60 t
Quantidade de fossos ou pátios de descarga de resíduos sólidos	2	0	2	2
Capacidade do fosso ou pátio de descarga de resíduos sólidos (t)	200	-	1.200	160

FONTE: COMLURB.

A capacidade de recepção nas estações de transferência é em média da ordem de 70 toneladas por hora. A frequência de recepção é praticamente contínua, já que a operação se desenvolve durante as 24 horas diárias, exceção para a Estação de Transferência Itararé, que opera 16 horas por dia. Assim, a capacidade de cada estação é função direta do período de operação e também da frota de transferência dimensionada para o local.

São utilizados, nas várias estações, veículos de transferência com 5 eixos e capacidade de carga variando entre 18.000 e 26.000 Kg (capacidade volumétrica variando de 45 m³ a 70 m³). O carregamento desses veículos é direto ou feito com o auxílio de escavadeira hidráulica para os resíduos dispostos em fossos. O descarregamento é por basculamento, na maioria das vezes. São também utilizadas carretas com descarga através de fundo móvel que, ao ser acionado, ejeta o lixo pela tampa traseira, sem basculamento. Esses veículos se utilizam de vias simples (na proximidade das estações) e vias expressas urbanas e interestaduais até o destino final. A distância máxima percorrida entre o ponto de carregamento e o destino final é de, no máximo, 30 km, dependendo do local de carga.



As estações de transferência são semi-enclausuradas e possuem dois níveis de operação (o superior de descarga dos coletores e o inferior de enchimento das carretas), com muros e áreas verdes ao redor.

O controle de acesso de coletores e veículos de transferência é feito por meio de pesagens em balanças rodoviárias instaladas nas próprias unidades ou no destino final, no caso de a estação de transferência não dispor desse equipamento.

Como todo o serviço de transferência de resíduos em estações de transbordo no Rio de Janeiro é contratado com terceiros, tanto a manutenção das instalações quanto a dos veículos de transferência são atribuições do contratado. Basicamente, as manutenções realizadas nos equipamentos de transferência são as rotineiras (motores, caixas de marchas e componentes hidráulicos, suspensões, etc). Manutenções rotineiras (emboços de paredes, telhados, pinturas e instalações em geral) são também promovidas nas instalações físicas das estações.

Por turno de oito horas de trabalho, são mobilizados em média oito a dez empregados. Contudo, para unidades com operação durante vinte de quatro horas, são mobilizados em torno de trinta empregados. Para operações em dois turnos, vinte empregados e assim sucessivamente, em proporção ao período de operação adotado no local.

A limpeza dos locais de descarga dos caminhões coletores e de carregamento das carretas é permanentemente realizada, e os resíduos coletados retornam ao fosso de acumulação ou são despejados diretamente nas carretas. Além disso, toda a estação é lavada e desodorizada ao final da jornada de trabalho. Nesses serviços, são utilizados utensílios de rotina: vassouras, escovões, carrinhos de mão, pás, enxadas, etc, além das mangueiras de água. Da mesma forma, são mantidos permanentemente lavados os veículos utilizados.

De modo geral, as populações vizinhas às estações de transferência se estabeleceram na área em período posterior à sua implantação. Mesmo assim, com o passar do tempo, se sentem incomodadas. Por não existir uma legislação de edificações que proíba a construção de habitações vizinhas às estações de transferência de resíduos, após essas novas construções, a população se queixa do cheiro do lixo, do barulho dos caminhões, etc. Para minimizar esses problemas, as novas edificações destinadas à transferência de resíduos sólidos deverão ser totalmente enclausuradas, com dispositivos anti-poluentes de circulação interna de ar e de captação de partículas em suspensão.

7.2.2.4 São Paulo

Em São Paulo existem em operação três estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares (Cf. FIGURA 34, p.154), e cerca de 80 % da quantidade total de resíduo domiciliar coletado passa por estação de transferência (Cf. TABELA 9, p.136).

A TABELA 19 apresenta informações específicas sobre as estações de transferência em operação em São Paulo.

TABELA 19 - Informações específicas sobre as estações de transferência em operação em São Paulo

Unidade	Ponte Pequena	Santo Amaro	Vergueiro
Início das atividades	1974	1995	1979
Local de implantação	comercial	industrial	residencial
Empresa responsável pela operação	COGEC	Enterpa Ltda.	COGEC
Início do contrato	maio de 1995	outubro 1995	maio de 1995
Período de contrato + prorrogação (meses)	54 + 6	30 + 30	54 + 6
Custo de operação e manutenção (R\$/t.dia)	4.00	6.81	5.40
Área total da estação de transferência (m ²)	18.500	5.000	5.300
Capacidade nominal da estação (t/dia)	3.200	2.500	1.250
Quantidade de resíduo transferido (t/dia)	3.798	2.458	1.069
Destino final (Aterro Sanitário)	Bandeirantes	Sítio São João	Sítio São João
Distância estação-destino (ida e volta) (km)	46	108	71
Tempo estação-destino (ida e volta) (min)	100	230	140

TABELA 19 - Informações específicas sobre as estações de transferência em operação em São Paulo

Unidade	Ponte Pequena	Santo Amaro	Vergueiro
N. de carretas (operação + reserva)	13 + 2	18 + 4	7 + 1
Capacidade de carga das carretas (média) (t)	22	22	22
Capacidade volumétrica (média) (m ³)	40	40	40
Capacidade do fosso (t)	2.500	600	600
N. de fossos ou pátios para descarga	1	1	1
N. máximo de coletores na descarga	5	4	6
N. de frentes de carregamento	2	1	3
Horário	24 horas	24 horas	24 horas
Frequência	diária	diária	diária
N. de viagens por dia	170	112	48
Idade da frota de carretas (anos)	1 ½	2 ½	1 ½
Carga	3 pás carreg.	2 pás carreg.	2 pólipos
Descarga	basculamento e chão móvel	basculamento	basculamento
Controle de entrada e saída de veículos com leitura eletrônica	1 balança 30 t 1 balança 60 t	1 balança 30 t 1 balança 60 t	1 balança 30 t 1 balança 60 t
Tipos de: rodovias, via expressa e via expressa urbana	via expressa e rod. com pista dupla	via expressa urbana	via urbana
Frequência de limpeza das carretas	semanal	semanal	semanal
Tempo médio de permanência do lixo na estação de transferência (h)	3 h	3 h	3 h
Tempo máximo de permanência do lixo na estação de transferência (h)	10 h	10 h	10 h
Manutenção preventiva	não é adequada (baixa qualidade)	não é adequada (baixa qualidade)	não é adequada (baixa qualidade)
Treinamento permanente dos operários	não	não	não
Limpeza da estação	contínua	contínua	contínua
Limpeza do fosso	semanal	semanal	semanal
Enlonação	sim	sim	sim
Outras operações	não	não	não
Controle de poluição	não	não	não

FONTE: LIMPURB.

Na estação de transferência Vergueiro, a unidade de enlonação fica próxima à saída das carretas, dificultando a manobra para posterior pesagem.

Em São Paulo, verifica-se a tendência de as futuras estações de transferência serem enclausuradas; possuírem pátio de descarga, pá carregadeira, controle de

poluição (particulado, odor e efluentes líquidos) e veículos de transferência sem sistema de compactação.

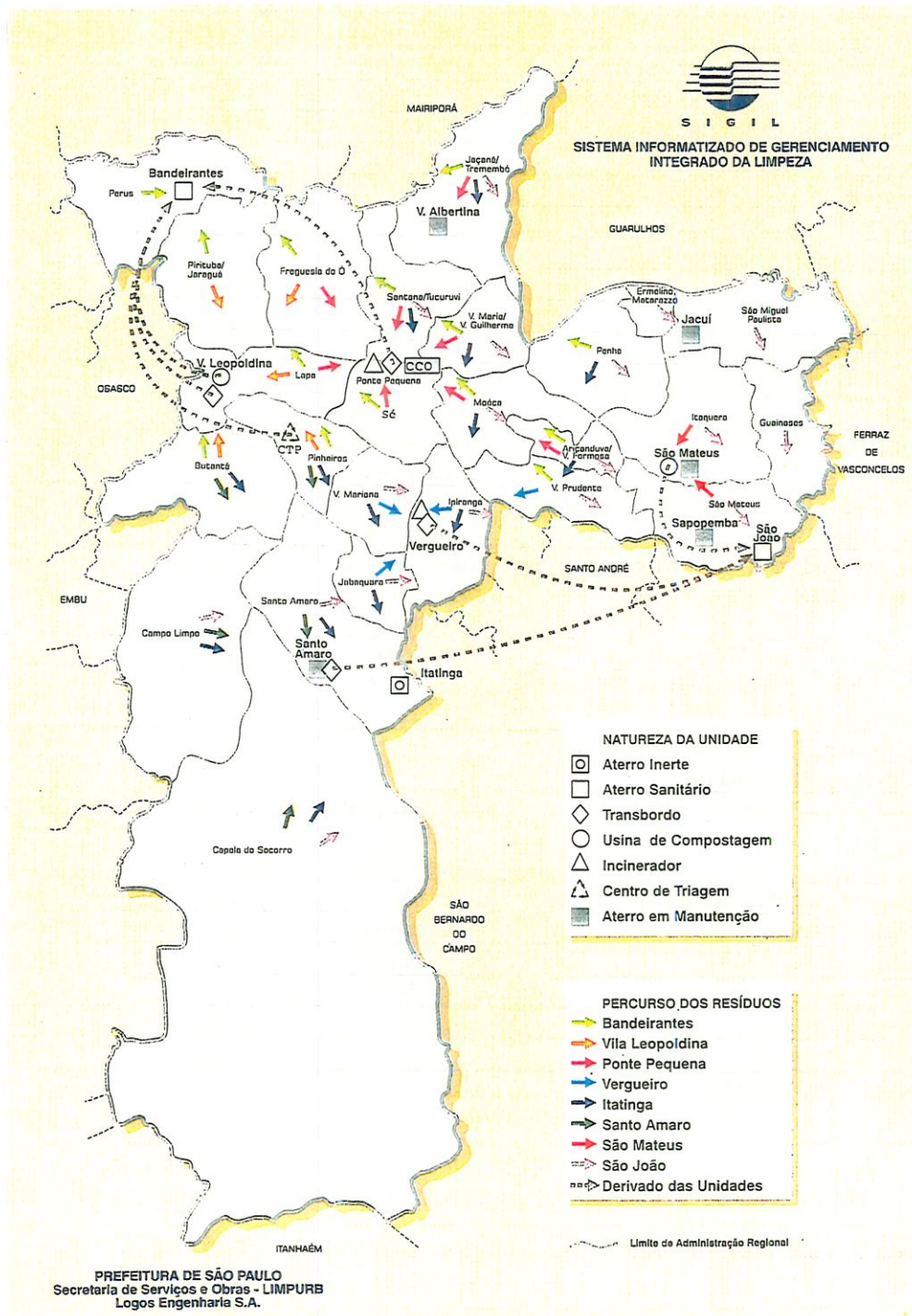


FIGURA 34 - Mapa esquemático da localização das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares em São Paulo.
FONTE: Logos Engenharia S.A., 1996.

Uma nova concepção de instalação de manipulação de resíduos está tomando forma em São Paulo com a implantação de três centrais de tratamento de resíduos sólidos domiciliares dotados de capacidade de incineração, geração de energia e separação de materiais. Essa concepção prevê coleta simultânea de resíduos secos e úmidos.

Essas Centrais serão construídas a partir de 1998: uma em Santo Amaro, uma em Sapopemba e outra que será ainda licitada. A capacidade de cada Central será de 2.500 t/dia.

A Central de tratamento de resíduos sólidos domiciliares com incineração, geração de energia e separação de materiais transferirá todo o lixo úmido recebido para a Central de compostagem (com capacidade de 4.800 t/dia). Estima-se que cerca de 20 % do lixo seco será reaproveitado e o restante será incinerado.

Em geral, a quantidade e tipo de operários empregados na operação de transferência são: (a) mão-de-obra direta: 3 no enlombamento, 2 em cada balança, 2 no controle de tráfego, 2 na ponte rolante, 2 oficiais borracheiros e 2 ajudantes, 2 motoristas por carreta; (b) mão-de-obra indireta: 1 administrador, 4 fiscais em dois turnos.

A atividade que gera mais acidentes com os operários é a movimentação dos veículos, e os danos mais freqüentes observados em veículos e equipamentos são os seguintes: torção de chassis (capotagem ao descarregar) durante o basculamento no aterro, perfurações em pneus, parte elétrica danificada pelo chorume, embreagem e corrosão da carreta.

7.3 Avaliação de desempenho

Passamos a seguir a apresentar uma avaliação do desempenho das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares estudadas, com base nos indicadores de produtividade, eficiência operacional, qualidade e segurança descritos no item 5.2 (Cf. página 107). Nem todos os indicadores propostos no capítulo Materiais e Métodos foram analisados, por falta de informações que permitissem tais análises.

7.3.1 Indicadores de produtividade e eficiência operacional

- **Grau de utilização da estação de transferência**

Nota-se na TABELA 20 que as estações de transferência são, em geral, bem utilizadas. Contudo, as estações cujo grau de atendimento é superior a 1,00 estão subdimensionadas precisando, portanto, ser ampliadas. A estação Norte, em Curitiba, apresenta baixa utilização na fase I de implantação, por trata-se de um período de transição.

TABELA 20 - Grau de utilização das estações brasileiras de transferência

Estação de transferência (Município)	Quantidade de resíduo transferida (t/dia)	Capacidade nominal da estação (t/dia)	Grau de utilização da estação	Fonte dos dados
Asa Sul (Brasília)*				
DL Norte (Brasília)*				
Gama (Brasília)*				
Sobradinho (Brasília)*				
Norte (Curitiba)	350	1.000	0,35	COMEC
Itacorubi (Florianópolis)	250	250	1,00	COMCAP
Nilópolis (Nilópolis)*				
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*				
Bangu (Rio de Janeiro)	600	600	1,00	COMLURB
Caju - rampa (Rio de Janeiro)	400	400	1,00	COMLURB
Caju - usina (Rio de Janeiro)	2.300	1.200	1,92	COMLURB
Itararé (Rio de Janeiro)	800	800	1,00	COMLURB

TABELA 20 - Grau de utilização das estações brasileiras de transferência

Estação de transferência (Município)	Quantidade de resíduo transferida (t/dia)	Capacidade nominal da estação (t/dia)	Grau de utilização da estação	Fonte dos dados
Venda Nova (São João de Meriti)*				
Ponte Pequena (São Paulo)	3798	3.200	1,19	LIMPURB
Santo Amaro (São Paulo)	2458	2.500	0,98	LIMPURB
Vergueiro (São Paulo)	1069	1.250	0,86	LIMPURB

* Não forneceram informações.

• **Grau de utilização dos veículos de transferência quanto à carga transferida**

Quanto à carga transferida, os veículos de transferência das estações analisadas estão sendo bem utilizados (Cf. TABELA 21).

TABELA 21 - Grau de utilização dos veículos de transferência (tonelada transferida)

Estação de transferência (Município)	Quantidade de resíduo transferida (t/dia)	Número total de viagens da estação ao destino final	Capacidade nominal média das carretas de transferência	Grau de utilização dos veículos de transferência
Asa Sul (Brasília)*				
DL Norte (Brasília)*				
Gama (Brasília)*				
Sobradinho (Brasília)*				
Norte (Curitiba)	350	14	26	0,99
Itacorubi (Florianópolis)	250	14	18	0,99
Nilópolis (Nilópolis)*				
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*				
Bangu (Rio de Janeiro)	600	-	22	-
Caju - rampa e usina (Rio de Janeiro)	2.700	-	22	-
Itararé (Rio de Janeiro)	800	-	22	-
Venda Nova (São João de Meriti)*				

TABELA 21 - Grau de utilização dos veículos de transferência (tonelada transferida)

Estação de transferência (Município)	Quantidade de resíduo transferida (t/dia)	Número total de viagens da estação ao destino final	Capacidade nominal média das carretas de transferência	Grau de utilização dos veículos de transferência
Ponte Pequena (São Paulo)	3798	170	22	1,02
Santo Amaro (São Paulo)	2458	112	22	1,00
Vergueiro (São Paulo)	1069	48	22	1,01

* Não forneceram informações.

• **Grau de utilização dos veículos de transferência quanto à quilometragem rodada**

Quanto à quilometragem rodada, pode-se verificar na TABELA 22 que Florianópolis apresenta reduzida utilização dos veículos de transferência, enquanto as demais estações impõem desgaste excessivo à frota.

Para que o Município de Florianópolis utilize melhor seus veículos de transferência, deveria ocorrer uma redução no número de veículos em operação e um aumento no número de viagens.

TABELA 22 - Grau de utilização dos veículos de transferência de resíduos sólidos (quilometragem rodada).

Estação de transferência (Município)	Número total de viagens da estação ao destino final	Distância de transporte (km)	Número de veículos de transferência em operação	Quilometragem recomendada para os veículos de transferência (km/dia)	Grau de utilização do veículo de transferência
Asa Sul (Brasília)*					
DL Norte (Brasília)*					
Gama (Brasília)*					
Sobradinho (Brasília)*					
Norte (Curitiba)	14	76,3	2	230,77	2,31

TABELA 22 - Grau de utilização dos veículos de transferência de resíduos sólidos (quilometragem rodada).

Estação de transferência (Município)	Número total de viagens da estação ao destino final	Distância de transporte (km)	Número de veículos de transferência em operação	Quilometragem recomendada para os veículos de transferência (km/dia)	Grau de utilização do veículo de transferência
Itacorubi (Florianópolis)	14	48	5	230,77	0,58
Nilópolis (Nilópolis)*					
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*					
Bangu (Rio de Janeiro)	-	60	-	230,77	-
Caju - rampa e usina (Rio de Janeiro)	-	46	-	230,77	-
Itararé (Rio de Janeiro)	-	40	-	230,77	-
Venda Nova (São João de Meriti)*					
Ponte Pequena (São Paulo)	170	46	13	230,77	2,61
Santo Amaro (São Paulo)	112	108	18	230,77	2,91
Vergueiro (São Paulo)	48	71	7	230,77	2,11

* Não forneceram informações.

- **Grau de utilização do fosso de acumulação temporária ou do pátio de descarga de resíduos**

Os fossos de Bangu e o pátio de Ponte Pequena são os únicos que se encontram em condições adequadas à situação da estação de transferência, em relação à sua dimensão (Cf. TABELA 23). Os demais fossos ou estão subdimensionados, como é o caso de Itararé, Santo Amaro e Vergueiros, que precisam ser ampliados, ou estão superdimensionados, como é o caso da estação Caju (usina).

TABELA 23 - Grau de utilização do fosso de acumulação temporária ou do pátio de descarga de resíduos.

Estação de transferência (Município)	Quantidade de fossos ou pátios de acumulação (t/dia)	Capacidade do fosso ou do pátio de acumulação temporária (t)	Quantidade de resíduo transferida (t/dia)	Grau de utilização do fosso ou do pátio de acumulação
Asa Sul (Brasília)*				
DL Norte (Brasília)*				
Gama (Brasília)*				
Sobradinho (Brasília)*				
Norte (Curitiba)	1	-	350	-
Itacorubi (Florianópolis)	0	-	250	0
Nilópolis (Nilópolis)*				
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*				
Bangu (Rio de Janeiro)	2	200	600	0,67
Caju - rampa (Rio de Janeiro)	0	-	400	0
Caju - usina (Rio de Janeiro)	2	1.200	2.300	1,04
Itararé (Rio de Janeiro)	2	160	800	0,40
Venda Nova (São João de Meriti)*				
Ponte Pequena (São Paulo)	1	2.500	3.798	0,66
Santo Amaro (São Paulo)	1	600	2.458	0,24
Vergueiro (São Paulo)	1	600	1.069	0,56

* Não forneceram informações.

• Grau de mecanização da estação

É interessante observar na TABELA 24 que a quantidade de mão-de-obra direta por tonelada transferida é menor para estações de transferência de grande porte que para estações de médio porte. Verifica-se na TABELA 24 que as estações Itacorubi e Caju (rampa) possuem baixa mecanização pois, de acordo com a TABELA 9 (p. 136), são do tipo descarga direta.

TABELA 24 - Grau de mecanização da estação

Estação de transferência (Município)	Quantidade total de mão-de-obra direta durante toda a jornada de trabalho	Quantidade de resíduo transferida (t/dia)	Grau de mecanização da estação (MDO/t/dia)
Asa Sul (Brasília)*			
DL Norte (Brasília)*			
Gama (Brasília)*			
Sobradinho (Brasília)*			
Norte (Curitiba)	-	350	-
Itacorubi (Florianópolis)	17	250	0,0680
Nilópolis (Nilópolis)*			
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*			
Bangu (Rio de Janeiro)	-	600	-
Caju - rampa (Rio de Janeiro)	36	400	0,0900
Caju - usina (Rio de Janeiro)	75	2.300	0,0326
Itararé (Rio de Janeiro)	-	800	-
Venda Nova (São João de Meriti)*			
Ponte Pequena (São Paulo)	106	3.798	0,0279
Santo Amaro (São Paulo)	-	2.458	-
Vergueiro (São Paulo)	33	1.069	0,0309

* Não forneceram informações.

• Dimensão da estação

Como mostra a TABELA 25, a estação de Itararé é uma estação ampla enquanto as demais estações são compactas.

Verificou-se, durante as visitas técnicas da pesquisadora, que a estação Ponte Pequena possui pequena área de manobra para os veículos coletores, enquanto a estação Vergueiros possui pequena área de manobra para os veículos de transferência.

TABELA 25 - Dimensão da estação

Estação de transferência (Município)	Área total da estação (m ²)	Quantidade de resíduo transferida (t/dia)	Dimensão da estação (m ² /t/dia)
Asa Sul (Brasília)*			
DL Norte (Brasília)*			
Gama (Brasília)*			
Sobradinho (Brasília)*			
Norte (Curitiba)	-	350	-
Itacorubi (Florianópolis)	-	250	-
Nilópolis (Nilópolis)*			
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*			
Bangu (Rio de Janeiro)	-	600	-
Caju - rampa (Rio de Janeiro)	-	400	-
Caju - usina (Rio de Janeiro)	-	2.300	-
Itararé (Rio de Janeiro)	6.681	800	8,35
Venda Nova (São João de Meriti)*			
Ponte Pequena (São Paulo)	18.500	3.798	4,87
Santo Amaro (São Paulo)	5.000	2.458	2,03
Vergueiro (São Paulo)	5.300	1.069	4,96

* Não forneceram informações.

• Velocidade média de transporte

As vias em área urbana que ligam o aterro sanitário e a estação de transferência, para a maioria dos municípios brasileiros, são bastante congestionadas, ocasionando a redução da velocidade de transporte para muito aquém do limite permitido (60 km), salvo em Curitiba, conforme mostra a TABELA 26.

TABELA 26 - Velocidade média de transporte

Estação de transferência (Município)	Distância de transporte (Km)	Tempo de transporte (min)	Velocidade média de transporte (Km/h)
Asa Sul (Brasília)*			
DL Norte (Brasília)*			
Gama (Brasília)*			
Sobradinho (Brasília)*			

TABELA 26 - Velocidade média de transporte

Estação de transferência (Município)	Distância de transporte (Km)	Tempo de transporte (min)	Velocidade média de transporte (Km/h)
Norte (Curitiba)	73,6	80	55,20
Itacorubi (Florianópolis)	48	90	32,00
Nilópolis (Nilópolis)*			
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*			
Bangu (Rio de Janeiro)	60	120	30,00
Caju - rampa e usina (Rio de Janeiro)	46	90	30,67
Itararé (Rio de Janeiro)	40	80	30,00
Venda Nova (São João de Meriti)*			
Ponte Pequena (São Paulo)	46	100	27,60
Santo Amaro (São Paulo)	108	230	28,17
Vergueiro (São Paulo)	71	140	30,43

* Não forneceram informações.

- **Quantidade de coletores necessários para carregar uma carreta**

A TABELA 27 revela que a capacidade de carga dos veículos de transferência é adequada à capacidade de carga dos coletores empregados, pois a relação número de coletores por veículos de transferência é superior a 1:2. Gerando uma redução no número de veículos, na rota de transporte, na faixa de 55 % ($1 - 1/2,20 = 0,55$) a 73 % ($1 - 1/3,71 = 0,73$).

TABELA 27 - Quantidade de coletores necessários para carregar uma carreta

Estação de transferência (Município)	Capacidade do veículo de transferência (t)	Capacidade do veículo coletor (t)	Número de coletores por veículo de transferência
Asa Sul (Brasília)*			
DL Norte (Brasília)*			
Gama (Brasília)*			
Sobradinho (Brasília)*			
Norte (Curitiba)	26	7,0	1 : 3,71
Itacorubi (Florianópolis)	18	5,4	1 : 3,33
Nilópolis (Nilópolis)*			

TABELA 27 - Quantidade de coletores necessários para carregar uma carreta

Estação de transferência (Município)	Capacidade do veículo de transferência (t)	Capacidade do veículo coletor (t)	Número de coletores por veículo de transferência
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*			
Bangú (Rio de Janeiro)	22	7,0	1 : 3,14
Caju - rampa (Rio de Janeiro)	22	7,0	1 : 3,14
Caju - usina (Rio de Janeiro)	22	7,0	1 : 3,14
Itararé (Rio de Janeiro)	22	7,0	1 : 3,14
Venda Nova (São João de Meriti)*			
Ponte Pequena (São Paulo)	22	10,0	1 : 2,20
Santo Amaro (São Paulo)	22	10,0	1 : 2,20
Vergueiro (São Paulo)	22	10,0	1 : 2,20

* Não forneceram informações.

- **Tempo de permanência do resíduo no fosso**

Entrevistas realizadas com os administradores das estações pesquisadas revelam que os resíduos são embarcados na primeira oportunidade. Isso ocorre, normalmente, logo após a passagem dos picos de carga (variando de 2 a 3 horas cada). O tempo máximo médio de permanência dos resíduos numa estação é de cerca de 10 horas.

7.3.2 *Indicadores de qualidade e segurança*

A TABELA 28 traz os seguintes indicadores de qualidade e segurança: localização, enlonação, manutenção e grau de enclausuramento.

TABELA 28 - Localização, enlonamento, manutenção e grau de enclausuramento das estações de transferência de resíduos sólidos

Estação de transferência (Município)	Localização da estação de transferência	Enlonamento dos veículos transferência	Tipo de manutenção realizada	Grau de enclausuramento
Asa Sul (Brasília)*				
DL Norte (Brasília)*				
Gama (Brasília)*				
Sobradinho (Brasília)*				
Norte (Curitiba)	zona agrícola ao lado do setor de serviços do município	na estação de transferência	preventiva, rotineira e corretiva	semi-enclausurada
Itacorubi (Florianópolis)	zona residencial	-	corretiva	ao ar livre
Nilópolis (Nilópolis)*				
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*				
Bangu (Rio de Janeiro)	residencial e comercial	na estação de transferência	corretiva	semi-enclausurada
Caju - rampa (Rio de Janeiro)	residencial e industrial	na estação de transferência	corretiva	semi-enclausurada
Caju - usina (Rio de Janeiro)	residencial e industrial	na estação de transferência	corretiva	semi-enclausurada
Itararé (Rio de Janeiro)	residencial e industrial	na estação de transferência	corretiva	semi-enclausurada
Venda Nova (São João de Meriti)*				
Ponte Pequena (São Paulo)	comercial	na estação de transferência	corretiva e emergencial. A manutenção preventiva não é adequada	ao ar livre
Santo Amaro (São Paulo)	industrial	na estação de transferência	corretiva e emergencial. Manutenção preventiva não é adequada	semi-enclausurada
Vergueiro (São Paulo)	residencial	na estação de transferência	corretiva e emergencial. Manutenção preventiva não é adequada	semi-enclausurada

* Não forneceram informações.

- **Localização da estação de transferência**

Em geral, as estações localizadas em zona residencial ou comercial têm dificuldade de relacionamento com a comunidade local, pois a vizinhança da instalação queixa-se dos incômodos oriundos da operação de transferência e tráfego de veículos nas ruas do bairro.

- **Enlonamento das carretas**

Todas as estações de transferência enlonam os veículos na própria estação, antes de seguirem viagem para o aterro sanitário, fato que é extremamente positivo.

- **Tipo de manutenção realizada**

Na maioria das estações só é realizada manutenção corretiva e, nos casos em que a manutenção preventiva ocorre, esta não é realizada adequadamente.

- **Grau de enclausuramento**

Apenas duas estações de transferência executam o manejo dos resíduos ao ar livre, o que é absolutamente inadequado pois, em períodos de chuvas, há carreamento dos resíduos e formação de chorume, além de os resíduos ficarem saturados de água, ocasionando aumento nos custos de transporte nesses períodos.

- **Idade da frota de carretas**

Normalmente, os contratos entre órgão público de limpeza urbana e empresa privada de transporte de resíduos estabelecem que os veículos devem ser renovados a cada início de contrato, o qual geralmente é renovado a cada 5 anos (vida útil dos veículos de transferência).

- Sistema de pesagem

Todas as estações analisadas realizam o controle da operação de transferência de resíduos por meio da pesagem dos veículos de coleta e transferência em balanças eletrônicas (Cf. TABELA 29), o que garante uma qualidade mais apurada das informações sobre o fluxo de carga.

A TABELA 29 traz os seguintes indicadores de qualidade e segurança: idade da frota de transferência e sistema de pesagem.

TABELA 29 - Idade da frota de transferência e sistema de pesagem

Estação de transferência (Município)	Idade da frota de transferência (ano)	Sistema de pesagem
Asa Sul (Brasília)*		
DL Norte (Brasília)*		
Gama (Brasília)*		
Sobradinho (Brasília)*		
Norte (Curitiba)	-	balança eletrônica computadorizada para 30 t e 60 t
Itacorubi (Florianópolis)	-	balança para 30 t
Nilópolis (Nilópolis)*		
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*		
Bangu (Rio de Janeiro)	-	balança com leitura eletrônica para 30 t
Caju - rampa (Rio de Janeiro)	-	balança com leitura eletrônica para 30 t e 60 t
Caju - usina (Rio de Janeiro)	-	balança com leitura eletrônica para 30 t e 60 t
Itararé (Rio de Janeiro)	-	balança com leitura eletrônica para 60 t
Venda Nova (São João de Meriti)*		
Ponte Pequena (São Paulo)	1.5	balanças com leitura eletrônica para 30 t e 60 t
Santo Amaro (São Paulo)	2.5	balanças com leitura eletrônica para 30 t e 60 t
Vergueiro (São Paulo)	1.5	balanças com leitura eletrônica para 30 t e 60 t

* Não forneceram informações.

A TABELA 30 traz os seguintes indicadores de qualidade e segurança: frequência de limpeza e controle de poluição.

TABELA 30 - Controle de poluição e frequência de limpeza da estação, do fosso ou do pátio e dos veículos de transferência

Estação de transferência (Município)	Frequência de limpeza da estação	Frequência de limpeza do fosso	Frequência de limpeza dos veículos	Controle de poluição (odor, efluentes, poeira e ruído)
Asa Sul (Brasília)*				
DL Norte (Brasília)*				
Gama (Brasília)*				
Sobradinho (Brasília)*				
Norte (Curitiba)	diária	diária	diária	filtro de ar e ambiente interno com pressão negativa para evitar a saída de particulados
Itacorubi (Florianópolis)	-	-	-	não há
Nilópolis (Nilópolis)*				
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*				
Bangú (Rio de Janeiro)	contínua	diária	diária	não há
Caju - rampa (Rio de Janeiro)	contínua	-	diária	não há
Caju - usina (Rio de Janeiro)	contínua	diária	diária	tratamento do chorume
Itararé (Rio de Janeiro)	contínua	diária	diária	não há
Venda Nova (São João de Meriti)*				
Ponte Pequena (São Paulo)	contínua	semanal	semanal	não há
Santo Amaro (São Paulo)	contínua	semanal	semanal	não há
Vergueiro (São Paulo)	contínua	semanal	semanal	não há

* Não forneceram informações.

- **Frequência de limpeza da estação, do fosso ou do pátio de acumulação temporária de resíduos e dos veículos de transferência**

A limpeza das estações de transferência é realizada diariamente de modo contínuo, já a limpeza do fosso ou do pátio ou mesmo dos veículos de transferência é executada ou diariamente ou semanalmente, conforme mostra a TABELA 30.

- **Controle de poluição**

Pode-se perceber na TABELA 28 (p. 165) que as estações, na quase totalidade, estão localizadas em áreas residencial ou comercial. No entanto, quando foram implantadas essas unidades eram afastadas do centro urbano. Na época em que foram construídas não existia preocupação acentuada com o meio-ambiente; conseqüentemente na fase de projeto, não foram previstas medidas de controle de poluição. E até hoje nenhuma medida mitigadora foi tomada (Cf. TABELA 30, p. 168). Contudo, as novas estações que estão sendo planejadas revelam a preocupação com o saneamento ambiental.

No que diz respeito às estações de transferência de resíduos sólidos, Lamentavelmente a higiene, a estética e a qualidade do ambiente urbano não têm sido priorizados, o que motiva a desaprovação das estações em funcionamento por parte das comunidades vizinhas. Isso significa que o problema e a busca de soluções clamam por uma maior participação da comunidade nesse processo.

- **Programa de treinamento permanente dos operários**

Em geral, quando da implantação de um sistema de transferência, os operários recebem treinamento relacionado às atividades que irão desempenhar. Em seguida, inicia-se a operação em caráter experimental, havendo treinamento em serviço. Normalmente, há disposição de realizar-se um de programa de treinamento permanente, para a valorização dos empregados, por meio de palestras, cursos rápidos, etc.... Contudo, na totalidade das estações brasileiras analisadas, isso não se verifica (Cf. TABELA 31).

- **Outras operações dentro da estação**

Em raras localidades, é dada outra utilidade às estações de transferência, além da operação de transferência propriamente dita, desperdiçando-se assim um espaço físico que poderia ser utilizado como um valioso instrumento de integração estação-comunidade e vice-versa, valorização da estação, difusão dos valores ambientais e formação de mentes críticas e preservacionistas.

A TABELA 31 traz os seguintes indicadores de qualidade e segurança: treinamento permanente e outras operações dentro da estação de transferência.

TABELA 31 - Programa de treinamento permanente e outras operações nas estações de transferência de resíduos sólidos

Estação de transferência (Município)	Programa de treinamento permanente dos operários	Outras operações dentro da estação de transferência
Asa Sul (Brasília)*		
DL Norte (Brasília)*		
Gama (Brasília)*		
Sobradinho (Brasília)*		
Norte (Curitiba)	palestras, cursos rápidos, etc, de acordo com a atividade de cada funcionário	incluir a ET num roteiro de educação ambiental ou até mesmo vir a possuir um núcleo de educação ambiental
Itacorubi (Florianópolis)	-	-
Nilópolis (Nilópolis)*		
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*		
Bangu (Rio de Janeiro)	não	não há
Caju - rampa e usina (Rio de Janeiro)	não	não há
Itararé (Rio de Janeiro)	não	não há
Venda Nova (São João de Meriti)*		
Ponte Pequena (São Paulo)	não	não há
Santo Amaro (São Paulo)	não	não há
Vergueiro (São Paulo)	não	não há

* Não forneceram informações.

- **Terreno murado e áreas verdes ao redor da estação**

A TABELA 32 mostra que apenas a estação de Santo Amaro não é murada e nem possui área verde, o que é aceitável, pois está localizada em região industrial.

- **Horário de funcionamento da estação**

Conforme a TABELA 32, a maioria das estações funciona 24 horas por dia, aproveitando o máximo de tempo disponível para a transferência. No entanto, em zona residencial o horário noturno produz grande transtorno para a vizinhança.

- **Tipos de via de transporte**

Para a maior parte das estações, o transporte de resíduos é realizado por vias expressas. Logo, esperava-se que os veículos de transferência desenvolvessem velocidades superiores às velocidades reveladas na TABELA 26 (p. 162).

A TABELA 32 traz os seguintes indicadores de qualidade e segurança: terreno murado, áreas verdes, horário de funcionamento, vias de transporte.

TABELA 32 - Terreno murado, áreas verdes, horário de funcionamento e tipos de vias de transporte

Estação de transferência (Município)	Terreno murado	Áreas verdes ao redor da estação	Horário de funcionamento da estação (h)	Tipos de via de transporte
Asa Sul (Brasília)*				
DL Norte (Brasília)*				
Gama (Brasília)*				
Sobradinho (Brasília)*				
Norte (Curitiba)	sim	sim	16	pista simples
Itacorubi (Florianópolis)	sim	-	24	simples, expressas urbanas e BR-101
Nilópolis (Nilópolis)*				
Nova Iguaçu (Nova Iguaçu)*				
Bangu (Rio de Janeiro)	sim	sim	24	simples e expressas

TABELA 32 - Terreno murado, áreas verdes, horário de funcionamento e tipos de vias de transporte

Estação de transferência (Município)	Terreno murado	Áreas verdes ao redor da estação	Horário de funcionamento da estação (h)	Tipos de via de transporte
Caju - rampa e usina (Rio de Janeiro)	sim	sim	24	simples e expressas
Itararé (Rio de Janeiro)	sim	sim	16	simples e expressas
Venda Nova (São João de Meriti)*				
Ponte Pequena (São Paulo)	sim	sim	24	expressa e rodovia com pista dupla
Santo Amaro (São Paulo)	não	não	24	expressa urbana
Vergueiro (São Paulo)	sim	sim	24	via urbana

* Não forneceram informações.

• Utilização de equipamentos de segurança

Embora os equipamentos de segurança sejam de uso obrigatório e fornecidos pelas empreiteiras, verificou-se, através das visitas técnicas, que os operários ainda mostram relutância quanto à utilização desses equipamentos. Portanto, é importantíssimo conscientizar os operários em relação aos benefícios da sua utilização e incentivar a produção de equipamentos de segurança mais ergonômicos, propiciando bem-estar ao usuário.

7.4 Impactos ambientais

Os impactos positivos gerados por uma estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares são pouco percebidos na prática, mas podem-se destacar: (a) oferta de emprego; (b) melhoria no sistema de coleta; (c) melhoria no funcionamento do aterro sanitário.

Os principais impactos ambientais negativos e desperdícios observados foram os seguintes:

- Acúmulo excessivo de resíduo sólido no fosso ou no pátio de acumulação temporária de resíduos.
- Formação de grande fila de espera para veículos coletores nas estações tipo descarga direta.
- Não realização de tratamento do chorume produzido no fosso de acumulação temporária de resíduos e conseqüente despejo em cursos d'água.
- Obstrução freqüente do sistema de drenagem do fosso devido ao recebimento de resíduos de varrição.
- Corrosão de equipamentos e veículos devido ao chorume.
- Ausência de equipamentos para controlar a poluição gerada pela operação de transferência.
- Manutenção preventiva é inadequada ou inexistente.
- Distribuição dos componentes da estação de transferência de modo inadequado e não racionalizado, reduzindo a eficiência do sistema.

Pouco se tem feito para melhorar a aceitação das estações de transferência. Alguns programas desenvolvidos são de educação ambiental e estímulo à participação da comunidade no planejamento de projetos futuros.

7.5 Discussão dos resultados

O levantamento das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares (Cf. a partir da p. 135) revela a desativação de estações de transferência que não possuem controle e registro de dados, e também a construção de novas instalações mais modernas e interessadas na preservação ambiental, o que demonstra a preocupação com o registro técnico dos dados operacionais e com a qualidade dessas informações. Sem dúvida, brevemente o empirismo deverá ceder lugar à precisão técnica e ao rigor administrativo.

As estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos em operação apresentam-se bastante rudimentares e pouco integradas à comunidade, exatamente por não possuírem programas de controle ambiental e mostrarem baixa eficácia, embora desempenhem, ao que parece, elevada eficiência operacional (Cf. Seção 7.3, p. 156).

Enquanto os países desenvolvidos estão preocupados com o aumento da mecanização dos serviços, com a melhoria da qualidade do ambiente de trabalho no interior das estações e com a redução dos transtornos causados à população pelas estações, o Brasil renega a qualidade ambiental ao segundo plano, embora no Sul do país haja maior preocupação com a qualidade dos serviços prestados à comunidade.

A falta de normas específicas (Cf. Seção 4.3, p. 99) que disciplinem a operação de estações de transferência e a ocupação de áreas vizinhas têm causado transtornos e conflitos entre a população e o poder público, privando aos municípios dos benefícios oriundos da normalização.

De acordo com MITRULIS (1994?, p. 12), a normalização pode influir na qualidade, na operação em si e na economia dos serviços, quando:

- define o conjunto de propriedades e características do serviço;
- possibilita a comparação de serviços através da padronização;
- dá prestígio ao serviço;
- aumenta a eficiência e eleva o nível de desempenho;
- facilita o encontro de soluções para problemas recorrentes;
- otimiza a utilização de recursos pela adoção de tecnologia apropriada;
- reduz os custos;
- torna mais fácil o entendimento, pela disciplina da linguagem e estabelecimento de conceitos;
- facilita e disciplina a concorrência;
- estreita as relações do administrador com a comunidade;
- estimula a transparência do mercado, promovendo uma justa competição.

O sistema de transferência adotado no país evoluiu bastante desde a sua implantação (Cf. Capítulo 6, p. 117). Não obstante, ainda precisa ser aprimorado para tornar-se adequado à realidade dos municípios brasileiros.

STATE OF TEXAS

COUNTY OF DALLAS

8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

À primeira vista, pode parecer que o Brasil está marchando na contramão do desenvolvimento tecnológico da transferência de resíduos sólidos, pois em países adiantados como os EUA e a Inglaterra busca-se intensificar a utilização de sistemas de transferência com compactação (Cf. Seção 3.3, p. 75), enquanto no Brasil o contrário vem ocorrendo: as estações que possuíam sistemas com compactação foram remodeladas para funcionarem sem compactação. Contudo, se olharmos mais atentamente para a questão, constataremos, na verdade, que o Brasil está buscando sua própria identidade, desvinculando-se assim do que é considerado apropriado pelos países desenvolvidos e procurando o tipo de estação mais adequado para a sua realidade. Ou seja, embora o Brasil não tenha desenvolvido uma tecnologia própria, o governo brasileiro utiliza-se da tecnologia e da experiência estrangeiras para alcançar suas próprias metas, o que é extremamente positivo, pois economiza tempo e dinheiro, além de demonstrar que o conceito de estação de transferência deve ser específico para cada localidade. No entanto, esse conceito deve respeitar o meio-ambiente e os costumes da sociedade, não se esquecendo de atender aos requisitos técnicos. Mas, por falta de recursos financeiros, as mudanças vêm ocorrendo de maneira lenta e gradativa.

Parece um ponto de consenso a realização de estudos de viabilidade para definir se é benéfico implantar uma estação de transferência de resíduos em determinado município. Ou seja, não existe uma distância padrão que determina quando se deve utilizar estações de transferência (Cf. p. 95). Cada caso deve ser analisado isoladamente. Todavia, procedimentos foram propostos na seção 3.2.5.1 (Cf. p. 71), para ajudar na escolha racional de estações de transferência.

Espera-se que o estudo desenvolvido sirva de referencial não apenas para futuras pesquisas na área, mas também para provocar uma reflexão sobre as tecnologias hoje empregadas e a adoção de alternativas compatíveis com as condições nacionais e peculiaridades regionais.

8.1 Situação das estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares no Brasil e recomendações

Da análise das estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares, extraem-se as seguintes conclusões:

- As estações de transferência estão sendo utilizadas no máximo de sua capacidade e, em muitos casos, precisam ser ampliadas ou precisam sofrer melhorias operacionais.
- Devido ao fato da capacidade operacional das estações de transferência ser geralmente muito próxima ou superior à sua capacidade nominal, o pátio de acumulação temporária de resíduos ou os fossos são utilizados de maneira excessiva e, quando a estação é do tipo descarga direta, há formação de longas filas de espera para os veículos coletores.
- Embora normalmente os fossos recebam uma quantidade de resíduos superior à sua capacidade, esses resíduos permanecem por um período muito curto na estação, não prejudicando assim o seu saneamento.
- Pode-se perceber que, em geral, as estações de transferência são compactas, mecanizadas, muradas e arborizadas, e também permitem o adequado fluxo de carga e veículos.
- As estações de transferência brasileiras não realizam nenhuma operação além da transferência de resíduos propriamente dita.
- A velocidade média desenvolvida no percurso da estação de transferência ao destino final dos resíduos é baixa, uma vez que os veículos de transferência trafegam por pistas simples e expressas.

- A proporção entre o número de veículos coletores e o número de veículos de transferência é adequada, proporcionando economia de custo de transporte.
- Em geral, os veículos de transferência apresentam elevado desgaste.
- A manutenção de equipamentos e veículos é, de modo geral, deficiente, implicando em elevados custos de manutenção corretiva.
- Em sua grande maioria, as estações de transferência estão localizadas em zona residencial, portanto, local inadequado para esse tipo de empreendimento. Porém, o horário de silêncio (22:00-6:00 horas) é quase sempre respeitado.
- É praticamente inexistente o controle de poluição, embora em todas as estações haja o enlonação adequado dos veículos de transferência e a limpeza da estação seja realizada ao longo de todo o período de funcionamento.
- Na maior parte das estações pesquisadas, não se verifica qualquer medida para amenizar os impactos negativos provocados pela operação de transferência e nem programas para melhorar o relacionamento com a comunidade.
- O sistema de pesagem adotado é normalmente moderno e preciso. Contudo, erros no registro de dados ocorrem por falha humana.
- Em nenhuma estação executam-se programas de treinamento permanente de operários.
- Verificou-se a insuficiente utilização de equipamentos de segurança por parte dos operários.

Em resumo, as estações brasileiras de transferência de resíduos sólidos domiciliares apresentam o seguinte perfil:

- Como era esperado, o maior número de estações está localizado em municípios com mais de um milhão de habitantes e nas regiões mais desenvolvidas do país.

- São empreendimentos de médio e grande portes, em contraste com o que vem ocorrendo nos Estados Unidos da América (Cf. p. 79).
- A operação de transferência e transporte é normalmente terceirizada.
- As estações de transferência não são construções enclausuradas e nem realizam compactação.
- O meio de transporte utilizado é o rodoviário.
- As estações de transferência brasileiras não incorporam a reciclagem ou a recuperação de resíduos à sua operação.
- Apesar de as estações possuírem elevada produtividade e eficiência operacional, possuem baixa qualidade e segurança operacional.

Diante desse perfil, recomenda-se:

- a implantação de coleta seletiva ou segregada nas rotas que utilizam as estações de transferência;
- a aplicação das normas ISO 9.000 e 14.000 para propiciar a melhoria da qualidade operacional e ambiental dos serviços prestados pelas estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares, pois se as empresas do setor desejarem ser mais competitivas deverão se adequar ao desenvolvimento global;
- o aprimoramento da sistemática de fiscalização do Poder Público com relação ao serviço realizado por estações e veículos de transferência;
- o incentivo e a fiscalização rigorosa por parte do Estado e da União Federal às estações brasileiras de transferência, distribuindo melhor os recursos e priorizando ações;
- a conscientização e o estímulo à redução da produção de resíduos sólidos;
- a instalação de novas estações de transferência para reduzir a sobrecarga de serviço existente nas estações em operação;
- a criação de incentivos fiscais às estações de transferência, para favorecer o reaproveitamento ou a reciclagem de resíduos em suas dependências;

- a criação de normas e leis específicas para disciplinar o projeto, a implantação e o monitoramento de estações de transferência de resíduos sólidos em áreas urbanas;
- a intensificação de programas de educação ambiental, estimulando a participação crítica da sociedade no equacionamento dos problemas relativos aos resíduos;
- a utilização de operações como trituração e enfardamento, ampliando a utilidade das estações de transferência.

8.2 Propostas para trabalhos complementares

A seguir, são recomendados temas que podem ser desenvolvidos em pesquisas futuras:

- Análise e verificação das medidas de desempenho de estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares visando seu aprimoramento.
- Caracterização dos resíduos sólidos que chegam à estação de transferência e implicações do reaproveitamento e da reciclagem desses resíduos dentro da estação.
- Análise do fluxo de carga para determinada estação de transferência.
- Caracterização do chorume gerado nos fossos de acumulação temporária de resíduos e estudo dos tipos de tratamento adequados.
- Influência da educação ambiental na aceitação de estações de transferência de resíduos sólidos pela sociedade.
- Estudo da utilização de outras operações, tais como: trituração de resíduos volumosos e enfardamento, antes da transferência de resíduos domiciliares.
- Estudo de viabilidade econômica para a implantação de estação de transferência em cidades de pequeno e médio portes.
- Planejamento estratégico adotando o transporte ferroviário na remoção de resíduos sólidos em cidades de grande porte.

- Consorciamento da transferência e do transporte de resíduos e suas implicações.
- Condições de trabalho dos operários de uma estação de transferência, avaliando a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI), adequação dos EPIs ao tipo de trabalho realizado, inalação de poeira e nível de ruído a que estão expostos.
- Avaliação da redução da deposição de lixo em terrenos baldios após a implantação de estações de transferência.
- A poluição e as estações de transferência: formas de minimização e controle.
- O emprego do Sistema de Informação Geográfica no planejamento de estações de transferência de resíduos sólidos domiciliares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1987). NBR 10004: *Resíduos sólidos: classificação*.
- _____. (1994). NBR 13221: *Transporte de resíduos*. Procedimentos. /Resumo/
- AGUIAR, E. M. de. (1993). *Racionalização da operação de sistemas de coleta e transporte de resíduos sólidos domiciliares para cidades de pequeno e médio porte*. São Paulo. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- BALLOU, Ronald H. (1993). *Logística Empresarial*. São Paulo: Ed. Atlas S.A.
- BASURAS DOMICILIARIAS Y LIMPIEZA DE CIUDADES DE LA A.G.H.T.M. - BDLC/AGHTM. (1977). *Técnicas de higiene urbana*. Trad. de Francisco Sanabria Celis. Madrid, Instituto de Estudios de Administracion Local. Cap. IX, p. 151-58: Transporte de los Resíduos Urbanos - los puestos de transicion.
- BOLTZ, Christine. (1995). Building a new waste management strategy in Puerto Rico. *Waste Age*, jun., p. 100-06.
- BOSS, John F.; MAXFIELD, Patrick. (1997). Collection system analysis - routing efficiency. *Waste Age*, jan., p. 47-58.
- BRADLEY, T. (1996). Transfer stations and civic amenity sites - strange bedfellows? *Waste Management*, mar., p. 32-3.
- BRASIL. Constituição. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil, 1988*. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.

- BRASIL, Leis etc. (1968). Decreto n. 62.127, de 16 de janeiro de 1968. Regulamento e aprovação do Código Nacional de Trânsito. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, Tomo I, p. 33.
- _____. (1983). Decreto n. 88.351, de 1º de junho de 1983. Regulamenta a Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei n. 6.902, de 27 de abril de 1981. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano XLVII, abr-jun, p. 130.
- _____. (1990). Decreto n. 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano 54, abr-jun, p. 754.
- _____. (1995). Decreto n. 1.497, de 22 de maio de 1995. Altera a redação dos artigos 82 e 83 do regulamento do Código Nacional de Trânsito, aprovado pelo Decreto n. 62.127, de 16 de janeiro de 1968. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano 59, abr-jun, p. 934.
- _____. (1980). Lei n. 6.803, de 2 de julho de 1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano XLIV, jul-set, p. 291.
- _____. (1981). Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano XLV, jul-set, p. 381.
- _____. (1985). Lei n. 7.408, de 25 de novembro de 1985. Permite a tolerância de 5 % (cinco por cento) na pesagem de carga em veículos de transporte. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano XLIX, out-dez, p. 942.
- _____. (1993). Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o artigo 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da

- Administração Pública e dá outras providências. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano 57, abr-jun, p. 421.
- _____. (1995). Lei n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previstos no artigo 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano 59, jan-mar, p. 270.
- _____. (1997). Medida Provisória n. 1.531-6, de 23 de maio de 1997. Dá nova redação aos artigos 24, 26, 57 e 120 da Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993, e ao artigo 15 da Lei n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano 61, mai-jun, p. 1454.
- _____. (1997). Medida Provisória n. 1.531-7, de 20 de junho de 1997. Dá nova redação aos artigos 24, 26, 57 e 120 da Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993, e ao artigo 15 da Lei n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. *Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência*. São Paulo, ano 61, mai-jun, p. 1813.
- _____. (1992). Resolução n. 009, de 3 de dezembro de 1987. *Resoluções do Conama 1984/91*. Brasília, IBAMA, 4 ed., p. 109.
- _____. (1992). Resolução n. 001, de 8 de março de 1990. *Resoluções do Conama 1984/91*. Brasília, IBAMA, 4 ed., p. 195-97.
- _____. (1992). Resolução n. 002, de 8 de março de 1990. *Resoluções do Conama 1984/91*. Brasília, IBAMA, 4 ed., p. 197-99.
- BROCKWAY, R. C. (1995). Small transfer stations prove large in purpose. *World Wastes*, v. 38, n. 4, apr., p. 62-6.
- _____. (1997). Critical factors to consider when designing a transfer station. *Waste Age*, apr., p. 78-89.
- BROWN, Michael D.; VENCE, Thomas D.; REILLY, Thomas C. (1981). *Solid waste transfer fundamentals*. USA, Ann Arbor Science.
- CAMPINAS. Secretaria de Serviços Públicos. (1996). *Campinas: a gestão dos resíduos sólidos urbanos*. Campinas.

- CHANG, Ni-Bin; SHOEMAKER, Christine A.; SCHULER, Richard E. (1996a). Solid waste management system analysis with air pollution and leachate impact limitations. *Waste Management & Research*, v. 14, n. 5, oct., p. 463-81.
/Resumo/
- CHANG, Ni-Bin; YANG, Y. C.; WANG, S. F. (1996b). Solid-waste management system analysis with noise control and traffic congestion limitations. *Journal of Environmental Engineering*, v. 122, n. 2, fev., p. 122-31.
- CASER, Vera. (1997). Vagões especiais sobre os trilhos. *Jornal da Vale*, mar., p. 8-9.
- CHAVEZ, Peter; FULTON, Jim. (1997). The Scottsdale experience. *Waste Age*, apr., p. 91-5.
- COLVILLE, Erik E.; MCFERON, Nancy J. (1994). Building chaos control in new transfer stations. *World Wastes*, v. 37, n. 6, jun., p. 56-8.
- COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. COMLURB. (1977). Modelagem matemática aplicada “ao estudo de capacidade de unidades de transferência e destino do lixo”. *Engenharia Sanitária*. Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, jul/set., p. 396-8.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. (1986). Resolução n. 001 de 23 de janeiro de 1986. Brasília, *Diário Oficial da União*, 7 de março de 1986, p. 3.535.
- _____. (1988). Resolução n. 005 de 15 de junho de 1988. Brasília, *Diário Oficial da União*, 16 de novembro de 1988, p. 22.123.
- DAVIS, Mackenzie L.; CORNWELL, David A. (1991). *Introduction to environmental engineering*. 2.ed. New York, McGraw-Hill. Cap. 8, p. 589;606-09: solid waste management.
- DIAZ, Luis F.; SAVAGE, George M.; EGGERTH, Linda L.; GOLUEKE, Clarence G. (1993). *Composting and recycling municipal solid waste*. New York, Lewis Publishers. Cap. 2, p. 7-31: Storage and collection.

- EVERETT, Jess W.; APPLGATE, Dave. (1995). Solid waste transfer station design. *Journal of Environmental Engineering*, v. 121, n. 1, jan., p. 96-106.
- FERREIRA, José Ricardo. (1972). Estações de Transferência de Resíduos Sólidos. *Engenharia Sanitária*. Rio de Janeiro, ano 11, p. 69-79.
- FORBES, Ducan. (1995). The two sides of solid waste management in Indonesia. *Wastes Management*, jul., p. 13-4.
- FULLER, E. J.; WOLDT, Wayne. (1997). Establishing and operating a solid waste transfer station. *Internet*, fev., <http://ianrwww.unl.edu/ianr/pubs/nebfacts/nf92-78.htm/>
- GIBSON, Tom. (1994). Roanoke Reaps the benefits of rail. *World Wastes*, v. 37, n. 10, oct., p. 55-8.
- GOLDSTEIN, Nora. (1995). Grind and transfer strategies. *Biocycle*, v. 36, n. 9, sep., p. 50-5.
- HAGERTY, D. Joseph; PAVONI, Joseph L.; HEER Jr, John E. (1973). *Solid waste management*. New York, Van Nostrand Reinhold Company. Cap. 5, p. 44-54: Collection systems.
- HALL, Antony. (1993). The development of solid waste transfer stations. *Wastes Management*, may, p. 15-8.
- HEELEY, Doug. (1993). Reclamation and recycling in transfer loading stations. *Wastes Management*, apr., p. 30-4.
- INSTITUTE FOR SOLID WASTES OF THE AMERICAN PUBLIC WORKS ASSOCIATION. ISW/APWA. (1975). *Solid waste collection practice*. Illinois, American Public Works Association. Cap. 8, p. 194-219: supplemental transportation of solid wastes.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. IBAM. (1973). *Manual de limpeza pública*. Rio de Janeiro. Cap. 7, p. 95-97: Veículos e máquinas.

- JANSSEN, Lodevicus J. H. (1993). Cost effective waste management methods in newly-industrialized and developing countries. In: MOLLER, Jeanne. *International Directory of Solid Waste Management 1993/4 - the ISWA Yearbook*. James & James Science Publishers Ltd. p. 92-6.
- JARDIM, N. S. & WELLS, C. (coord.). (1995). *Lixo Municipal - Manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, IPT/CEMPRE.
- JENSEN, J. R.; CHRISTENSEN, E. J. (1986). Solid and hazardous waste disposal site selection using digital geographic information system techniques. *The Science of the Total Environment*, v. 56, p. 195-206.
- JERRY, A.; NATHANSON, P. E. (1986). *Basic environmental technology*. New York, John Wiley & Sons. Cap. 11, p. 350-51: solid and hazardous waste.
- KOUSHKI, P. A.; HULSEY, J. L.; BASHAW, E. K. (1997). Household solid waste: traits and disposal site selection. *Journal of urban planning and development*, v. 123, n. 1, mar., p. 1-9.
- LEME, F. P. (1982). *Engenharia do saneamento ambiental*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora. Cap. 8.7.4, p. 259-61: transferência e transporte dos resíduos sólidos.
- MERRIL, Lynn. (1995). Is waste working on the railroads? *World Wastes*, v. 38, n. 3, mar., p. 26-34.
- MINISTÉRIO DO INTERIOR. (1980). Portaria Minter n. 124, de 20 de agosto de 1980. Brasília, *Diário Oficial da União*, 25 de agosto de 1980, p. 16.760.
- MITRULIS, Leonardas M. (1994?). A Normalização e a ABNT. /Apostila/
- MOSER, Sarah. (1997). Facility odor control: deodorizing your pits. *World Wastes*, v. 40, n. 4, apr, p. 25-8.
- NOVAES, Antônio Galvão. (1993). Relações Métricas e aproximações em redes logísticas. In: *ANAIS VII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte*. São Paulo, v. 2, p. 579-87.

- PHILLIPI Jr., Arlindo (coord.). (1979). *Estação de transferência*. São Paulo. /Apresentado à disciplina HSA-912 Fundamentos de Controle da Poluição do Meio I da Faculdade de Saúde Pública/
- PINTO, M. da S. (1979). *A coleta e disposição do lixo no Brasil*. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas. p. 55-66.
- RHYNER, Charles R.; SCHWARTZ, Leander J.; WENGER, Robert B.; KOHRELL, Mary G. (1995). *Waste management and resource recovery*. New York, Lewis Publishers. Cap. 3, p. 65-107: Collection and transportation of solid waste.
- SCHALCH, Valdir. (1995). *Gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. Ceará. /Apostila do curso sobre gerenciamento de resíduos sólidos/
- SCHAPER, Laurence T. (1986). Transfer of municipal solid waste. In: ROBINSON, W. D. (editor). *The solid waste handbook - a practical guide*. New York, John Wiley & Sons. Cap. 9, p. 195-214.
- SKITT, John. (1972). *Disposal of refuse and other waste*. London, Charles Knight & Co. Ltd. Cap. 15, p. 277-84: transfer loading.
- STOKES, F. W. (1983). Developments in the bulk handling of refuse - the transfer station. In: HOLMES, John R. *Practical waste management*. London, John Wiley & Sons Ltd. Cap. 19, p. 431-44.
- TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary; ELIASSEN, Rolf. (1977). *Solid wastes: engineering principles and management issues*. New York, McGraw-Hill. Cap. 11.7, p. 389: transfer and transport. Cap. 7, p. 160-200: transfer and transport. Cap. 15, p. 459-82: transfer and transport options.
- TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary; VIGIL, Samuel A. (1993). *Integrated Solid Waste Management: engineering principles and management issues*. New York, McGraw-Hill.
- TEIXEIRA, A. L. de A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. (1992). *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica*. Rio Claro, Edição do autor.

- THURGOOD, Maggie. Hong Kong expands municipal solid waste management system. *World Wastes*, v. 38, n. 4, apr., p. 75-82.
- WALSH, Patrick; PFERDEHIRT, Wayne; O'LEARY, Phil. (1993). Transfer stations and long-haul transport systems. *Waste Age*, dec., p. 57-65.
- WENGER, R. B.; RHYNER, C. R. (1988). Solving facility location problems with computer contour mapping. *Journal of Environmental Management*, v. 27, n. 4, p. 429-36.
- WILSON, David C. (1981). *Waste Management: planning, evaluation, technologies*. New York, Oxford University Press.
- WIRASINGHE, S. C.; WATERS, N. M. (1983). An approximate procedure for determining the number, capacities and locations of solid waste transfer-stations in an urban region. *European Journal of Operational Research*, 12, p. 105-11.
- WOODS, Randy. (1996). Will waste ride Florida's rails? *Waste Age*, apr., p. 110-12.
- YAFFE, H. J. (1974). A model for optimal operation and design of solid waste transfer station. *Transportation Science, ORSA*, v. 8, n. 3, p. 265-306, aug.

ANEXO A - QUESTIONÁRIO PADRÃO

ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS²

ASPECTOS GERAIS

- I. Qual é a quantidade de estações de transferência em operação? _____
- II. Qual é a quantidade de estações de transferência desativadas? Por quê?

- III. Qual a quantidade total de lixo domiciliar coletado (toneladas/dia) no Município?

- IV. Qual é a porcentagem de lixo municipal que passa por unidades de transbordo?

- V. Existe previsão de ampliação ou construção de unidades? Por quê? Quantas unidades e com que capacidade?

² Enviar este questionário até o dia 11/07/97 para:

HERLANE DOS SANTOS COSTA

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO

Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - 13560-250 - São Carlos - SP

E-mail: hdscosta@sc.usp.br Fax: (016) 274-9212

ASPECTOS ESPECÍFICOS³

- Nome da unidade de transferência de resíduos _____
- Data de início das atividades _____
- Localizada em região: industrial; residencial; comercial.
- Empresa responsável pela operação de transferência _____
- Período de contrato desta empresa _____
- Custos de investimento da estação de transferência _____
- Custo de operação e manutenção da estação (R\$/t.dia) _____
- Tipo de lixo recebido: residencial; comercial; varrição, poda e capinação;
 feira-livre; entulho; limpeza de parques e jardins;
 limpeza de bueiros ou bocas de lobo; _____.

Coleta de Resíduos Sólidos

- I. Descreva como é feita a coleta do lixo
 - A. tipo de coleta (convencional, seletiva)
 - B. tipo, chassis e quantidade de veículos
 - C. idade média da frota de veículos coletores
 - D. capacidade de carga (t) e volumétrica (m³) dos veículos
- II. Número de veículos que a estação pode receber por hora
- III. Número de “boxes” de descarga
- IV. Horário e frequência de recebimento de lixo
- V. Quantidade média de lixo que chega à estação (t/dia)
- VI. Controle de entrada e saída de veículos de coleta (pesagem na estação ou no aterro, balança mecânica ou eletrônica)
- VII. Localização e quantidade de garagens de veículos coletores (na estação de transferência, próxima aos setores de coleta, próxima ao aterro sanitário, ou em outro local)

Transferência de Resíduos Sólidos

- I. Descreva como é feita a transferência do lixo

³ Favor preencher este questionário para cada estação de transferência em operação, paralizada ou desativada (com informações específicas de cada estação de transferência)

- II. Transbordo direto ou existe armazenamento de resíduo
- III. Capacidade (t/dia) de projeto da estação
- IV. Capacidade real de transferência (t/dia) que se verifica atualmente
- V. Tempo de permanência do lixo na estação
- VI. Quantidade (t/dia) de lixo que fica retida no fosso
- VII. Número de “boxes” de carga das carretas
- VIII. Número de veículos de transferência que deixam a estação no período de uma hora
- IX. Pesagem, controle de entrada e saída de veículos e horários
- X. Tipo, quantidade e capacidade de equipamentos e balanças
- XI. Outras operações realizadas na estação: triagem (seleção de materiais potencialmente recicláveis), trituração, prensagem, incineração, compactação, outras
- XII. Como é a estação (se a operação é enclausurada ou ao ar livre, número de níveis, existência de áreas verdes, se é murada, etc):

Transporte de Resíduos Sólidos

- I. Tipo de transporte de longa distância (rodoviário, ferroviário ou hidroviário)
- II. Descreva como é feito o transporte de longa distância
- III. Tipo, chassis e quantidade de carretas e dos outros meios de transporte utilizados
- IV. Idade média da frota de carretas e dos outros meios de transporte utilizados
- V. Capacidade de carga (t) e volumétrica (m³) dos meios de transporte utilizados
- VI. Horário e frequência do transporte do lixo para seu destino final
- VII. Número de viagens de um caminhão de transferência para dispor o lixo (nº viagens/dia)
- VIII. Como é feita a descarga dos caminhões e dos outros meios de transporte
- IX. Viagem em rodovia de pista simples ou dupla ou ainda por via expressa urbana

Manutenção e Limpeza

- I. Comente sobre a manutenção de equipamentos, veículos e estação
 - A. rotineira, preventiva ou corretiva
 - B. danos mais frequentes de equipamentos e veículos
- II. Comente sobre a limpeza da estação e dos equipamentos
 - A. onde é feita a limpeza: pátio de descarga e enlonação
 - B. frequência de limpeza dos componentes da estação e dos caminhões

- C. quando é realizada a limpeza do fosso de acumulação de resíduos? De quanto em quanto tempo?
 - D. equipamentos utilizados para esses serviços de limpeza
- III. Qual o tratamento dado ao chorume do fosso de acumulação de resíduos e do sistema de drenagem? Por quê?

Disposição ou Processamento dos Resíduos Sólidos

- I. Distância de ida e volta da estação de transferência ao destino do lixo (km) - especificar a distância de ida e a distância de volta separadamente

- II. Tempo gasto para ir ao local de disposição ou processamento do lixo e voltar para a estação de transferência _____
- III. Tempo gasto para a carreta descarregar o resíduo _____
- IV. Nome do local de destino dos resíduos _____
- V. Local de destino dos resíduos: central de compostagem e reciclagem;
 aterro sanitário; aterro de entulhos;
 _____.

Aspecto Social

- I. Comente sobre mão-de-obra (direta e indireta) necessária à operação de transferência e transporte
 - A. quantidade e tipo de operários
 - B. jornada de trabalho
- II. Treinamento dado ao pessoal (em serviço, através de cursos, palestras, não são treinados)
- III. Serviço social prestado aos operários (recreativo, alimentar, ambulatorial, etc)
- IV. Atividades que geram mais acidentes (número e tipo de acidentes)
- V. Tipo de equipamento de proteção individual usado
- VI. Existência de medidas que visem a melhorar a qualidade do trabalho
- VII. Comente sobre a aceitação da operação de transferência pela comunidade
 - A. impactos positivos e negativos gerados pela estação de transferência
 - B. principais problemas levantados pela comunidade
 - C. programas desenvolvidos para melhorar a aceitação

- D. providências que foram ou estão sendo tomadas para reduzir a poluição gerada pela estação

Outras Informações Disponíveis

(aspectos administrativos ou quaisquer outras informações disponíveis)

AUTORIZO A UTILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE QUESTIONÁRIO NA DISSERTAÇÃO DA ENGENHEIRA CIVIL HERLANE DOS SANTOS COSTA E PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS.

ASSINATURA: _____

NOME: _____

FUNÇÃO: _____

DATA: _____

Dear Mr. [Name],

Subject: [Topic]

I am writing to you regarding the [Topic] that we discussed in our meeting on [Date]. The information provided is as follows:

1. [Point 1]

2. [Point 2]

3. [Point 3]

ANEXO B - MUNICÍPIOS PESQUISADOS

MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM MAIS DE 200.000 HABITANTES EM 1995

MUNICÍPIO/ESTADO	NÚMERO DE HABITANTES
Ananindeua/PA	273.525
Anápolis/GO	258.512
Aparecida de Goiânia/GO	222.283
Aracaju/SE	437.543
Bauru/SP	285.109
Belém/PA	1.167.841
Belford Roxo/RJ	378.877
Belo Horizonte/MG	2.097.311
Blumenau/SC	229.678
Brasília/DF	1.737.813
Campina Grande/PB	351.606
Campinas/SP	906.593
Campo Grande/MS	601.661
Campos dos Goytacazes/RJ	392.931
Canoas/RS	287.505
Carapicuíba/SP	315.199
Cariacica/ES	302.073
Caruaru/PE	226.966
Cascavel/PR	209.843
Caxias do Sul/RS	313.210
Contagem/MG	504.098
Cuiabá/MT	465.107
Curitiba/PR	1.408.534
Diadema/SP	329.986
Duque de Caxias/RJ	697.478
Feira de Santana/BA	443.497
Florianópolis/SC	277.156
Fortaleza/CE	1.917.236
Foz do Iguaçu/PR	211.182
Franca/SP	260.206
Goiânia/GO	989.285
Governador Valadares/MG	241.615
Gravataí/RS	206.085
Guarujá/SP	229.250
Guarulhos/SP	870.105
Ilhéus/BA	253.500

MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM MAIS DE 200.000 HABITANTES EM 1995

MUNICÍPIO/ESTADO	NÚMERO DE HABITANTES
Imperatriz/MA	310.894
Jaboatão dos Guararapes/PE	537.630
João Pessoa/PB	551.640
Juiz de Fora/MG	411.290
Joinville/SC	389.538
Jundiaí/SP	299.088
Limeira/SP	226.211
Londrina/PR	418.590
Luziania/GO	214.324
Maceió/AL	703.096
Manaus/AM	1.138.198
Maringá/PR	263.517
Mauá/SP	323.769
Moji das cruces/SP	297.424
Montes Claros/MG	273.513
Mossoró/RN	212.031
Natal/RN	668.119
Niterói/RJ	448.736
Nova Iguaçu/RJ	811.326
Novo Hamburgo/RS	227.962
Olinda/PE	360.473
Osasco/SP	598.422
Paulista/PE	241.422
Pelotas/RS	307.213
Petrópolis/RJ	263.838
Piracicaba/SP	300.714
Ponta Grossa/Pr	249.242
Porto Alegre/RS	1.295.940
Porto Velho/RO	318.859
Recife/PE	1.329.768
Ribeirão Preto/SP	468.467
Rio Branco/AC	207.307
Rio de Janeiro/RJ	5.606.497
Salvador/BA	2.262.731
Santa Maria/RS	226.787
Santarém/PA	288.628
Santo André/SP	637.594
Santos/SP	421.292
São Bernado do Campo/SP	612.435
São Gonçalo/RJ	832.849
São João de Meriti/RJ	434.458
São José do Rio Preto/SP	314.434
São José dos Campos/RJ	492.285
São Luís/MA	775.965
São Paulo/SP	10.017.821
São Vicente/SP	292.991
Serra/ES	267.148
Sorocaba/SP	414.197
Taubaté/SP	219.117

MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM MAIS DE 200.000 HABITANTES EM 1995

MUNICÍPIO/ESTADO	NÚMERO DE HABITANTES
Teresina/PI	670.669
Uberaba/MG	215.892
Uberlândia/MG	407.707
Vila Velha/ES	285.628
Vitória/ES	275.227
Vitória da Conquista/BA	242.647
Volta Redonda/RJ	232.123

FONTE: Fundação IBGE. Estimativa para 1995.



GLOSSÁRIO

Algoritmo: conjunto predeterminado e bem definido de regras e processos destinados à solução de um problema, com um número finito de etapas [FERREIRA⁴, 1986, p. 84].

Antrópico: tudo o que resulta de ações humanas [WATANABE⁵, 1987, p. 10].

Caminhão tipo baú ou prefeitura: pela NBR 12980/93, veículos com carrocerias sem compactação fechadas e metálicas, construídas em forma de caixa retangular, com tampas corrediças abauladas são denominados Coletores Convencionais Tipo Prefeitura. Sua descarga se dá por basculamento [JARDIM & WELLS⁶, 1995, p. 45].

Chorume: é o líquido resultante da decomposição (atividade enzimática) natural de resíduos orgânicos. Essa produção é pouco maior nos processos anaeróbios que nos aeróbios [PEREIRA NETO⁷, 1996, p. 40].

⁴ FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. (1986). Novo Dicionário da Língua Portuguesa. Editora Nova Fronteira, 2 ed. revista e aumentada, 34 impressão.

⁵ WATANABE, Shiguelo (coord.). (1987). Glossário de Ecologia. São Paulo, Publicação ACIESP n. 57.

⁶ JARDIM, N. S. & WELLS, C. (coord.). (1995). *Lixo Municipal* - Manual de gerenciamento integrado. São Paulo, IPT/CEMPRE.

⁷ PEREIRA NETO, João Tinôco. (1996). Manual de compostagem processo de baixo custo. Belo Horizonte, UNICEF.

Coleta seletiva: é um tipo de coleta que tem por objetivo recolher os resíduos segregados na origem. Essa modalidade de coleta está ligada à reciclagem [JARDIM & WELLS, 1995, p. 45].

Container: grande caixa de dimensões e outras características padronizadas, para acondicionamento de carga a transportar, com a finalidade de facilitar o seu embarque, desembarque e transbordo entre diferentes meios de transporte [FERREIRA, 1986, p. 463].

Comurbação: conjunto formado por uma cidade e seus subúrbios, ou por cidades reunidas, que constituem uma sequência, sem contudo, se confundirem [FERREIRA, 1986, p. 470].

Embreagem: dispositivo instalado entre o motor e a caixa de mudanças, e que permite ligar e desligar o motor da transmissão por intermédio de discos de fricção [FERREIRA, 1986, p. 632].

Estrutura de otimização dinâmica: é formada por elementos ordenados e relacionados entre si, pelos quais se determina o valor ótimo de uma grandeza, de forma a prever mudanças em quantidade e qualidade no tempo.

Fosso: caixa de concreto ou metálica aberta no topo que serve para acumular ou armazenar temporariamente resíduo sólido.

Guias de direcionamento de carga ou defletores metálicos: são placas metálicas que conduzem os resíduos para o interior da carreta.

Integrabilidade natural: qualidade do que é integrável [FERREIRA, 1986, p. 954].

Meio ambiente: conjunto de todas as condições e influências externas circundantes, que interagem com um organismo, uma população, ou uma comunidade [WATANABE, 1987, p. 121].

Modelo analítico: abstração ou simplificação de um processo ou sistema, baseada em soluções exatas de poucas equações matemáticas complexas, exatas e gerais, derivadas de princípios ou teorias sobre o comportamento esperado do processo ou sistema [WATANABE, 1987, p. 124].

Modelo determinístico: modelo matemático baseado em equações e previsões exatas, sem considerar a variância nos parâmetros [WATANABE, 1987, p. 124].

Moinhos de martelos ou facas: máquina que serve para triturar. Dispõe de um rotor circular em cuja periferia estão fixas peças articuladas (ou não), os martelos ou facas, que lançam contra ressaltos, existentes na carcaça que envolve o rotor, o material a moer, o qual se fragmenta em virtudes da colisão [FERREIRA, 1986, p. 1149].

Particulado: diz-se de material reduzido a pequenas partículas finas suspensas no ar. As partículas sólidas devido a suas irregularidades podem carregar poluentes.

Pátio de acumulação temporária de resíduos: área, geralmente de concreto e descoberta, cuja função é acumular ou armazenar temporariamente os resíduos sólidos.

Período de pico: intervalo de tempo em que ocorre uma quantidade mais elevada de carga.

Programação linear inteira: teoria matemática de maximalização ou minimalização de uma função linear sujeita a restrições lineares inteiras [FERREIRA, 1986, p. 1399].

Reciclagem: a recente origem dessa palavra e a falta de unanimidade sobre seu significado dificulta sua definição. Porém neste estudo, reciclagem refere-se ao procedimento em que o resíduo sólido é utilizado, após tratamento conveniente, como matéria-prima.

Redução: consiste na diminuição da quantidade de resíduo produzido, desperdiçando menos, consumindo só o necessário, sem exageros [PMBH⁸, 1994, p.7].

Reutilização: é o ato de dar nova utilidade a materiais que na maioria das vezes considera-se inúteis e são descartados [PMBH, 1994, p.7].

Rotor: parte giratória de um moinho composta de martelos ou facas capaz de triturar o resíduo sólido.

Sistema de Informação Geográfica: um SIG é um sistema assistido por computador para aquisição, armazenamento, análise e apresentação de dados geográficos [CALIJURI⁹, 1996, p.17].

Trailer de transferência: é um reboque ou carreta utilizada no transporte de resíduos.

Vetor: organismo que carrega ou transmite um agente patológico [WATANABE, 1987, p. 180].

⁸ PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE - PMBH. (1994). Coleta Seletiva.

⁹ CALIJURI, M. Lúcia. (1996). Sistemas de Informações Geográficas. Apostila UFV/PPEC.