

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

JOÃO BOSCO LADISLAU DE ANDRADE

CAMPINA GRANDE

SETEMBRO - 1989

---

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

---



FICHA CATALOGRÁFICA

628.4(813.3)(043.5)

A553a Andrade, João Bosco Ladislau de  
Avaliação do sistema de limpeza  
urbana na cidade de Campina Grande.  
Campina Grande, UFPB, 1989.

p. 280

Bibliografia 231-238

Dissertação de Mestrado - UFPB -  
Recursos Hídricos.

1. LIXO - COLETA - CAMPINA GRANDE.
2. LIMPEZA URBANA.

I. Título.

JOÃO BOSCO LADISLAU DE ANDRADE

---

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

---

*Dissertação apresentada ao Curso  
de PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
CIVIL da Universidade Federal da  
Paraíba, em cumprimento às exi-  
gências para obtenção do Grau de  
Mestre.*

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS

ÁREA DE ESTUDOS: ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

BERNARDETE FEITOSA CAVALCANTI

Orientadora

CAMPINA GRANDE

SETEMBRO - 1989

À minha mãe, MARIA DE LOURDES LADIS  
LAU DE ANDRADE, cujos inúmeros sacrifícios  
e cuidados para comigo induziram-me ao amor  
pelos estudos e tornaram-na credora de mi  
nha gratidão e ternura permanentes.

Ao meu pai, SEBASTIÃO LOPES DE ANDRADE; e irmãs, pelo incentivo e apoio sempre demonstrados, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Aos meus sobrinhos, pelo que significam para mim no meu contentamento de quem procura dignificá-los.

À VIVI MELO - companheira dedicada -, por sua ajuda, compreensão, carinho e incentivo em todos os momentos.

À UTHANIA DE MELLO FRANÇA, pela dignidade e coragem sempre merecedoras do meu respeito.

## AGRADECIMENTOS

Mesmo que em breves palavras, quero registrar aqui, de modo sincero, os seguintes agradecimentos:

À Prof.<sup>a</sup> M.Sc. BERNARDETE FEITOSA CAVALCANTI que, com comovente empenho, dedicou-se de modo amigo, incentivador, atencioso e merecedor de admiração à realização deste trabalho.

Aos Professores Ph.D. JOÃO TINOCO PEREIRA NETO e Doutor SANDOVAL FARIAS DA MATA, pelas inúmeras e importantes contribuições apresentadas para este trabalho.

Ao Prof. M.Sc. FRANCISCO ANTONIO MORAIS DE SOUZA, pelo interesse demonstrado quando foi solicitado para colaborar.

Ao Prof. JOÃO BATISTA DOS SANTOS, pela leitura atenta e perspicaz que fez da quase totalidade dos originais.

A WOLBERG GUIMARÃES LIMA, pelo precioso trabalho na datilografia dos originais.

Aos amigos IRANDI MONTEIRO DE SOUZA, ROMILDO AGUIAR OLIVEIRA, ANA LÚCIA MELO FERREIRA, LUIZ DE SOUZA ARAÚJO, MARIA VANDA MARQUES RODRIGUES, MARIA GORETTI A. C. DA CUNHA, HOSANA GOMES DE ANDRADE e LUZIA ALVES DE MELO que, de alguma forma, contribuíram para tornar possível a realização

deste trabalho.

Ao Eng<sup>o</sup> PAULO GUSTAVO LOUREIRO MARINHO e ã NEUMALICE MOURA EVANGELISTA, pelo auxílio dedicado, respectivamente, no acesso a inúmeros e valiosos dados e no trabalho de cam po.

A todos os colegas do curso, pela boa acolhida do trabalho, dando-nos apoio e sugestões.

À população da cidade de Campina Grande.

Ao Instituto de Tecnologia da Amazônia - UTAM, pela inestimável contribuição e oportunidade para a realização deste curso de Mestrado.

À Universidade do Amazonas, pela concessão da bolsa CAPES/PICD.

À Universidade Federal da Paraíba, pelo recurso do a tr a v ê s do seu Fundo de Apoio ã Pesquisa - FAPE.

À Secretaria de Serviços Urbanos, através do seu De partamento de Limpeza Pública, e ã Coordenadoria de Planeja mento do município de Campina Grande, pelas facilidades pro por cionadas durante a coleta de dados para este trabalho.

A todos os que, direta ou indiretamente, con tr ibu í ram para a execução deste trabalho.

Aos leitores.



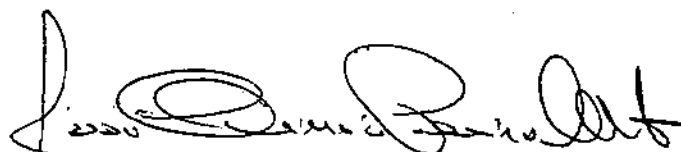
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

JOÃO BOSCO LADISLAU DE ANDRADE

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 25/09/89

*Bernardete Feitosa Cavalcanti:*  
BERNARDETE FEITOSA CAVALCANTI, M.Sc.

Orientadora



JOÃO TINOCO PERELRA NETO, Ph.D.

Componente da Banca



SANDOVAL FARIAS DA MATA, Doutor

Componente da Banca

CAMPINA GRANDE

SETEMBRO/1989

*A exaustão e a poluição dos recursos da terra é, acima de tudo, o resultado de uma corrupção na auto-imagem do homem e de uma regressão em sua consciência.*

IVAN ILLICH

## SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA .....	ii
AGRADECIMENTOS .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xiv
RESUMO .....	xvii
ABSTRACT .....	xix
RÉSUMÉ .....	xxi
INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO I - ASPECTOS GERAIS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA	
1.1. Generalidades .....	8
1.2. Composição e Quantidade dos Resí- duos Sólidos Urbanos .....	11
1.3. Características Físicas e Químicas do Lixo .....	14
1.4. Aspectos Epidemiológicos .....	20
1.5. Sistema de Limpeza Urbana .....	28
1.5.1. Origem ou geração dos resí- duos .....	30
1.5.2. Acondicionamento .....	31
1.5.3. Coleta .....	33
1.5.4. Transporte .....	36

1.5.5. Varrição .....	54
1.5.6. Tratamento e/ou Destino final .	55
CAPÍTULO 2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O SISTEMA DE LIMPEZA URBANA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE	
DE	
2.1. Dados Característicos da Cidade de Campina Grande .....	87
2.2. Condições Atuais do Sistema de Limpeza Urbana de Campina Grande .....	93
2.2.1. A origem do lixo .....	97
2.2.2. Acondicionamento .....	104
2.2.3. Coleta .....	110
2.2.4. Transporte .....	114
2.2.5. Varrição .....	119
2.2.6. Tratamento e Destino final .	122
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA PARA A COLETA DE DADOS DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA .....	
	124
CAPÍTULO 4 - TEORIA DA AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA	
4.1. Estatística - Conceitos e Considerações Gerais .....	130
4.2. Teoria da Amostragem .....	131
4.3. Amostragem Estratificada .....	133
CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DA TEORIA DA AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA PARA O ACONDICIONAMENTO E A COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	

5.1. Considerações Gerais .....	145
5.2. Formação dos Sistemas Principais e de seus Subestratos .....	147
5.3. Aplicação da Teoria no Sistema em Estudo .....	154
 CAPÍTULO 6 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	
6.1. Generalidades .....	168
6.2. Aspectos Quantitativos do Sistema de Limpeza Urbana .....	169
6.3. Apresentação dos Dados de Campo pa ra o Acondicionamento e a Coleta ..	170
6.4. Desenvolvimento Teórico para a Ob tenção de Dados de Projeto para o Sistema de Limpeza Urbana de Campi na Grande .....	210
6.4.1. Acondicionamento .....	211
6.4.2. Coleta (Determinação da pro dução total de lixo coletado).	215
6.4.3. Transporte .....	216
6.4.4. Varrição .....	219
6.4.5. Tratamento e Destino final .	220
 CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES	
7.1. Conclusões .....	221
7.1.1. Acondicionamento .....	221
7.1.2. Coleta .....	223
7.1.3. Transporte .....	223

	Página
7.1.4. Varrição .....	224
7.1.5. Tratamento e Destino final .	224
7.2. Sugestões .....	226
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	231
ANEXOS	
Anexo I - Mapas do Estado da Paraíba e do Municí pio de Campina Grande .....	240
Anexo II - População Total a Ser Amostrada .....	243
Anexo III - Planta Geral de Campina Grande .....	270

## LISTA DE FIGURAS

Página

## FIGURAS (CAP. 1):

1. Modo de Geração dos Resíduos Sólidos .....	9
2. Fontes de Infecção e Moléstias Transmissíveis ...	22
3. Vias de Contato Homem-Lixo e Principais Vetores .	23
4. Fases de um Sistema de Limpeza Urbana .....	30
5. Sistema de Coleta com Estação de Transferência (Transbordo) .....	37
6. Caminhão Coletor Tipo Baú ou Prefeitura ;.....	42
7. Poli-guindaste (ou Sistema Brooks-Dumpster) .....	44
8. Trator Escavo-Carregador Articulado .....	45
9. Caminhão Compactador Modelo Colecom .....	46
10. Caminhão Compactador Modelo Kuka .....	47
11. Carroceria Modelo Garwood .....	48
12. Esquema de Funcionamento do Caminhão Compactador Modelo Sita 6000 .....	50
13. Esquema de Funcionamento do Caminhão Compactador Modelo Vegalix .....	52
14. Esquema de Funcionamento do Caminhão Compactador Modelo Vegamaster .....	53
15. Representação Esquemática dos Processos de Tritu <u>r</u> ração e Destinação Final do Lixo .....	58
16. Sistema de Trituração .....	59

17. Dispositivo para a Separação de Resíduos Através da Movimentação do Ar .....	60
18. Fluxograma de uma Operação de Incineração .....	63
19. Corte Longitudinal de uma Usina de Incineração de Lixo .....	64
20. Seção Transversal de um Reator por Pirólise .....	65
21. Instalação Típica de um Biodigestor .....	75
22. Aterro Sanitário: Método da Trincheira ou Vala ..	79
23. Aterro Sanitário: Método da Rampa ou Escavação Progressiva .....	80
24. Aterro Sanitário: Método da Área .....	81

## FIGURAS (CAP. 2):

25. Organograma do Departamento de Limpeza Pública/Campina Grande .....	95
26. Caçamba Auxiliar de Pneu com Capacidade para 50 Litros .....	108
27. Latão de 200 Litros .....	109

## FIGURAS (CAP. 6):

28. Tipo de Pavimentação da Via Pública .....	197
29. Classificação Sócio-Econômica .....	200
30 e 31. Caracterização do Lixo Domiciliar nos Estratos $H_I$ e $H_{II}$ , Respectivamente .....	201
32 e 33. Caracterização do Lixo Domiciliar nos Estratos $H_{III}$ e $H_{IV}$ , Respectivamente .....	202



34. Número de Casos de Aproveitamento de Resíduos no Sistema .....	205
35. Tipo de Recipiente Usado nos Estratos $H_I$ , $H_{II}$ , $H_{III}$ e $H_{IV}$ , Respectivamente .....	206
36. Lugar Onde o Lixo é Colocado .....	207
37. Estimativa do Percentual de Utilização dos Diferentes Tipos de Recipientes no Espaço Amostral Estudado .....	212

## LISTA DE TABELAS

Página

## TABELAS (CAP. 1):

1. Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos .....	12
2. Composição Gravimétrica do Lixo Moído na Usina Experimental de Compostagem Eng <sup>o</sup> Marcelo Asfora/Recife - PE .....	13
3. Variação <i>Per Capita</i> para os Resíduos Residenciais, Comerciais e de Feiras em Distritos e Sub-Distritos da Cidade de São Paulo .....	15
4. Percentuais de Umidade dos Resíduos Sólidos Domésticos .....	17
5. Massas Específicas Típicas dos Componentes dos Resíduos Sólidos Domésticos .....	18
6. Características Físicas e Químicas do Lixo Doméstico Processado na Usina de Reciclagem Eng <sup>o</sup> Luiz Eduardo Bahia, COMLURB - RJ .....	21
7. Vantagens e Desvantagens dos Diferentes Sistemas de Tratamento e/ou Destino Final de Resíduos Sólidos .....	83

## TABELAS (CAP. 2):

8. Estimativa da População Total (Urbana e Rural) do Município de Campina Grande .....	92
9. Receitas e Despesas com o Sistema de Limpeza P <sub>U</sub>	

blica da Cidade de Campina Grande/Período: 1985- 87 .....	94
10. Indústrias do Distrito Industrial de Campina Gran <u>de</u> de .....	99
11. Hospitais/Campina Grande .....	105
12. Laboratórios de Análises Clínicas/Campina Grande.	106
13. Transportes Disponíveis para os Serviços de Cole <u>ta</u> (Ordinária e/ou Especial) na Cidade de Campina Grande .....	115
14. Tipo de Pavimentação e Comprimento das Vias Públi <u>cas</u> Existentes na Cidade de Campina Grande .....	117
15. Mão-de-obra Alocada na Coleta Regular .....	118
16. Equipamentos Disponíveis para a Varrição na Cida <u>de</u> de de Campina Grande .....	123

## TABELAS (CAP. 5):

17. Resumo dos Dados Obtidos Através da Aplicação da Teoria da Amostragem Estratificada .....	166
--	-----

## TABELAS (CAP. 6):

18, 24, 30 e 36. Dados de Identificação dos Sistemas Principais (ou Estratos) $H_I$ , $H_{II}$ , $H_{III}$ e $H_{IV}$ , Respectivamente .....	171/177/183/189
19, 25, 31 e 37. Características Sócio-Eco <u>nômicas</u> dos Sistemas Principais (ou Es <u>tratos</u> ) $H_I$ , $H_{II}$ , $H_{III}$ e $H_{IV}$ , Respectiva <u>mente</u>	

mente .....	172/178/184/190
20, 26, 32 e 38. Caracterização do Lixo Domíliar nos Sistemas Principais (ou Estratos) $H_I$ , $H_{II}$ , $H_{III}$ e $H_{IV}$ , Respectivamente .....	173/179/185/191
21, 27, 33 e 39. Aproveitamento de Resíduos nos Sistemas Principais (ou Estratos) $H_I$ , $H_{II}$ , $H_{III}$ e $H_{IV}$ , Respectivamente ..	174/180/186/192
22, 28, 34 e 40. Acondicionamento do Lixo nos Sistemas Principais (ou Estratos) $H_I$ , $H_{II}$ , $H_{III}$ e $H_{IV}$ , Respectivamente ..	175/181/187/193
23, 29, 35 e 41. Transporte do Lixo nos Sistemas Principais (ou Estratos) $H_I$ , $H_{II}$ , $H_{III}$ e $H_{IV}$ , Respectivamente .....	176/182/188/194
42. Estimativa da Composição Gravimétrica dos Resíduos Produzidos em Campina Grande .....	203
43. Estimativa dos Resíduos Mais Representativos Produzidos em Campina Grande .....	204
44. Destino do Aproveitamento .....	205
45. Quantidade de Pessoas que Utilizam os Diferentes Tipos de Recipientes no Espaço Amostral Estudado.	213

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

Dissertação de Mestrado

apresentada por

João Bosco Ladislau de Andrade

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho, a partir da análise das condições atuais do Sistema de Limpeza Urbana na cidade de Campina Grande - PB, é o de apresentar sugestões que possam contribuir para a otimização e/ou melhoramento deste sistema.

É mister esclarecer que este trabalho é importante não apenas por ser concernente a aspectos de Saúde Pública, mas também porque, no Brasil, este assunto é negligenciado e suas pesquisas são inexistentes.

Para atingir o objetivo supramencionado, tornou-se imperativo coletar informações tanto *in loco* quanto no Departamento de Limpeza Pública e outros órgãos municipais. Estas informações se reportam ao levantamento

- (i) dos aspectos sanitários, sociais e econômicos mais relevantes e envolvidos com a pesquisa, e

(ii) das condições atuais em termos de acondicionamento do lixo, sua coleta, destino final, etc.

Considerando a heterogeneidade do sistema analisado, a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. Na primeira delas foi utilizada a Teoria da Amostragem Casual Estratificada, para obter dados referentes ao acondicionamento e coleta dos resíduos. Isto foi feito através da aplicação de um questionário que cobriu toda a população amostrada.

Na segunda etapa foi feita uma avaliação global do transporte e outras fases do sistema. Isto se deu por meio de inspeções *in situ*, visitas ao Departamento de Limpeza Urbana local e aplicação de fórmulas práticas de modo a otimizar aquelas fases.

Tendo em vista que na cidade investigada não existe tratamento e destino final dos resíduos foram feitas algumas sugestões para estas fases.

Os resultados, bem como as informações obtidas nos órgãos envolvidos com o Sistema de Limpeza Pública da cidade, mostraram que o Sistema de Limpeza Urbana local não é satisfatório, necessitando de certos melhoramentos.

Finalmente, são apresentadas sugestões quanto ao melhoramento e otimização do Sistema de Limpeza Urbana de Campina Grande. Entre as sugestões propostas estão o melhoramento do sistema de transporte e caixas coletoras e, para o tratamento e destino final, são propostos o aterro sanitário (solução a curto prazo) e a compostagem (solução a longo prazo).

EVALUATION OF THE URBAN REFUSE SYSTEM  
FOR THE TOWN OF CAMPINA GRANDE

M.Sc. Dissertation

by

João Bosco Ladislau de Andrade

ABSTRACT

The main objective of this work, from the actual conditions analysis of the Urban Refuse System in the town named Campina Grande - PB, is to show suggestion which can contribute for the optimization and/or improvement of this system.

It is necessary to state that this work has an outstanding meaning not only because it concerns a very important and neglected Public Health aspect but also because, in Brazil, there are few researches over this subject

In order to satisfy the proposed objective, it was necessary to obtain information not only *in situ* but also in the Municipal Refuse Department and from other municipal organisations. This information may be grouped into two categories:

- (i) the sanitary, social and economic data which were most relevant and most important for the development of the research; and

- (ii) the actual methods of storage, collection and final disposal of the domestic refuse.

By considering the heterogeneity of the analyzed system, the research was carried out in two stages. The first one was done by means of the application of the **Stratified Randon Sampling Approach** in order to obtain data concerning the storage and collection of domestic refuse. This was accomplished through the application of a questionnaire which covered all the sampled population. In the second stage it was made a global evaluation of the transportation and sweep out phases of the system. This was done by means of *in situ* inspections, visits to the local Urban Refuse Department and by applying practical formulas in order to optimize these phases.

By verifying that in the investigated town there were no treatment and final disposal of the municipal refuses, it was only made some suggestions over these phases.

The results, as well as those obtained through the town's Municipal Refuse Department show that the local Urban Refuse System not is satisfactory but needs to be improved.

Finally, it is shown several suggestions concerning the improvement and optimization of the Urban Refuse System of Campina Grande. Among these suggestions it is proposed the improvement of the transportation system and collecting bins and to solve the treatment and final disposal of domestic refuses it is proposed the **sanitary landfill** (short term solution) and **composting** (long term solution).



ÉVALUATION DU SYSTÈME DE VOIRIE DANS  
LA VILLE DE CAMPINA GRANDE

Thèse de M.Sc.

présenté par

João Bosco Ladislau de Andrade

RÉSUMÉ

À partir de l'analyse des conditions actuelles du Système de Voirie, de la ville de Campina Grande - PB, l'objectif principal de cet étude est de présenter des suggestions qui peuvent contribuer à l'optimisation et à l'amélioration de ce système.

Il est nécessaire de souligner l'importance de ce travail non seulement parce qu'il concerne certains aspects de la santé publique, mais aussi parce que les recherches sur ce thème, négligé au Brésil, sont inexistantes.

Dans ce but, il fut important de recueillir des informations aussi bien *in loco* qu' au Bureau de l' Hygiène Publique et dans autres organismes municipaux. Ces informations regroupent des données sur

- (i) les aspects sanitaires, sociaux et économiques les plus significatifs et en accord avec la recherche;
- (ii) et les conditions actuelles à propos du condi

tionnement des ordures, de sa collecte, de sa destination finale, etc.

Vu l'hétérogénéité du système analysé, la recherche se développe en deux étapes. La première fut l'application de la théorie **Stratified Random Sampling**, pour obtenir des données sur le conditionnement et la collecte des ordures. Pour cela, un questionnaire fut distribué à tout un échantillon de la population.

La deuxième étape concerne une évaluation globale du transport et des autres parties du système. Cela se réalise par l'intermédiaire d'inspections *in situ*, de visites au Bureau de la Voirie et d'applications de solutions pratiques de manière à optimiser ces phases.

Considérant que dans la ville, objet de notre étude, il n'existe ni traitement ni direction finale des ordures, ces aspects furent objets de suggestions.

Les résultats, tout comme les informations obtenues des organismes liés au Système de Voirie ont montré que ce dernier n'est pas satisfaisant et nécessite de certaines améliorations.

Finalement, des suggestions visant l'amélioration et l'optimization du Système de Voirie sont présentées. Parmi celles-ci, existent l'amélioration du système de transport et des poubelles collectrices, et pour le traitement et la destination finale des ordures, la **décharge publique** (solution à court terme) et la **compostage** (solution à long terme).

## INTRODUÇÃO

O homem, no desenvolvimento de suas atividades, desde os tempos mais remotos, tem originado diversos tipos de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Tal situação, em maior ou menor intensidade, sempre o incomodou ou, pelo menos, foi determinante em alguma atitude que ele se viu compelido a tomar. Assim é que há registros de leis e regulamentos evitando o lançamento de sujeira nas ruas, em Esparta, desde a antigüidade (26). Por outro lado, uma das razões pela qual o índio, praticamente, tinha tendência nômade, era de ordem sanitária. Limpo, por índole, e com hábitos arraigados de higiene, o índio desconhecia como executar corretamente a remoção e dar um destino final aos resíduos produzidos. Desse modo, os resíduos que ele originava eram mantidos no local, o que tornava o ambiente repulsivo, obrigando-o a mudar para outro lugar, onde tudo começava novamente (28).

Na Idade Média, quando a organização da vida coletiva já se dava através da fundação de vilas e cidades, a população era fixa (não nômade). Assim, embora com um número limitado de habitantes, as cidades tinham um porte médio, o que ocasionava graves problemas pela falta de um serviço regular de remoção e destino final dos resíduos produzidos. A exposição dos resíduos - principalmente matéria orgânica -

às interpêries constituía ambiente ecológico favorável a certos animais que se tornam veiculadores ou reservatórios de moléstias, tais como: insetos, roedores, aves, suínos, etc. Várias epidemias, como a peste, foram o resultado desse quadro de imundície (28).

Até o século passado, ainda persistia, entre as várias populações do planeta, o hábito de se livrarem de todos os tipos de resíduos - inclusive excrementos humanos e animais - simplesmente jogando-os nas ruas ou em terrenos baldios. A ocorrência de novos e grandes surtos epidêmicos deixou transparecer que havia uma correlação entre a sujeira presente nas ruas e as doenças. Por causa disso, em meados do século XIX, com o desenvolvimento da ciência sanitária, tornaram-se conhecidos os agentes transmissores de doenças, presentes naqueles animais que se alimentavam do lixo. Tal fato fez com que os rejeitos passassem a ser coletados com uma certa regularidade (31).

Atualmente, com o crescimento das cidades e o desenvolvimento técnico, ainda é possível encontrar nas ruas, entre outros, detritos como partículas de asfalto, areia, borracha de pneus, folhas; galhos, papéis e também alguns excretas e um pouco de lixo doméstico. Esse fato mostra que nas sociedades modernas, caracterizadas por um alto grau de diversidade e modificações culturais, bem como por sua tendência urbanizadora, são exigidos cuidados permanentes de limpeza. Isto é a única forma de garantir a segurança sanitária e a proteção ao meio ambiente, posto que o lixo muda

de composição com a evolução da sociedade que o produz.

Em resumo, se nas sociedades primitivas os impactos ecológicos não eram considerados, porque a produção de lixo era reduzida e a possibilidade de assimilação ambiental era grande, nas sociedades atuais, encontram-se no desenvolvimento tecnológico - decorrente da revolução industrial registrada no mundo - e na periferia das grandes cidades alguns de seus problemas mais graves, o que demanda considerações capazes de limitá-los (27).

No Brasil, foi somente a partir de 25 de novembro de 1880 que, oficialmente, começou a existir um serviço sistêmico de limpeza urbana, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, então capital do Império. Através da assinatura do Decreto nº 3.024, pelo Imperador D. Pedro II, naquela data supracitada, ficava aprovado o contrato de *Limpeza e Irrigação* da cidade. Inicialmente o serviço ficou sob a responsabilidade de Aleixo Gary e, posteriormente, com seu sucessor Luciano Francisco Gary, o que originou a denominação GARI para os trabalhadores da limpeza urbana (1).

Contudo, apenas na década de 50 se tornou mais acentuado o problema de lixo, devido ao súbito desenvolvimento industrial no Brasil. Conseqüentemente, hábitos e costumes da população foram sendo alterados com relação ao padrão de vida de cada cidadão. No entanto, é bem verdade que, lamentavelmente, tal situação não se deu em um contexto que procurasse compatibilizar o desenvolvimento com a minimização dos prejuízos ambientais, decorrentes da geração, manuseio

e disposição dos resíduos sólidos (10).

Hoje, sabe-se que o País é caracteristicamente urbano e possui nestes centros uma taxa de ocupação que cresce à razão média de 4,5% ao ano (19). Assim sendo, de uma população total de mais de 120 milhões de habitantes, mais de 80 milhões de pessoas, ou seja, 67% da população nacional habitam, atualmente, áreas metropolitanas ou cidades com mais de 10 mil habitantes. É exatamente esta parcela da população a responsável pela maior quantidade de resíduos sólidos produzidos. Basta notar que, considerando uma produção de 0,5 kg/hab/dia, se todo o lixo coletado nas áreas urbanas do País fosse acondicionado em caminhões compactadores de 6 toneladas, seria possível formar, diariamente, uma fila com cerca de 6.733 veículos e, aproximadamente, 40 quilômetros de extensão (19, 20).

Esse dado, juntando-se a outros como o fato de apenas 17,3% dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas do Brasil serem dispostos apropriadamente e, também, a falta de soluções adequadas às péssimas condições financeiras dos municípios, permite afirmar que os Sistemas de Limpeza Urbana encontram-se ainda, em geral, nos mesmos níveis em que estavam há, pelo menos, uma década atrás (19, 20, 31). Por conseguinte, torna-se imperativo, no País, um serviço regular de coleta e disposição final adequada dos resíduos, capaz de assegurar conforto e proteção à saúde pública e ao meio ambiente.

No município de Campina Grande (Ver Anexo I), situa

do no Estado da Paraíba, os problemas com o lixo, de certo modo, agravam-se anualmente. Para isto concorrem, isolada ou conjuntamente, alguns fatores como a falta de uma infraestrutura sanitária compatível com o crescimento da cidade e a forma como acontece a coleta de lixo, por exemplo.

Isto permite afirmar que, neste município, o Sistema de Limpeza Urbana (aqui entendido como um conjunto de ações exercidas pelo poder competente, entre as quais insere-se a responsabilidade pelo acondicionamento, coleta, transporte, varrição e destino final dos resíduos produzidos) está a qu ê m do desejável. O que tem motivado seus moradores a depo sitar o lixo nas sarjetas, terrenos baldios e outros luga res impróprios.

Conseqüentemente, disso emergem alguns graves proble mas de ordem sanitária, social e econômica cuja solu ção com pete, em grande parte, ao poder público municipal. Cabe, pois, à municipal idade apresentar soluções exequíveis para a situação local.

Neste particular o presente trabalho é, a um só tem po, uma contribuição importante e inédita. Importante por que trata da limpeza urbana, um dos serviços da maior rele vância dentro do Saneamento Básico, mas que, em âmbito na cional, pouca ou nenhuma atenção costuma receber das entida des de ensino e pesquisa ou mesmo das autoridades governa mentais e/ou municipais. Inédita na sua forma de análise técnica e sugestões de melhoria, compatível às condições de infra-estrutura existente no poder público municipal. Estas

sugestões resultam de uma avaliação das condições atuais do Sistema de Limpeza Urbana existente na cidade de Campina Grande e têm por objetivo contribuir para a otimização e/ou melhoramento do sistema.

Para a consecução de tal objetivo o trabalho é apresentado em sete capítulos e três anexos cuja agregação ao corpo principal é perfeitamente compatível com o objetivo proposto.

Deste modo, o Capítulo 1 mostra os mais relevantes aspectos envolvidos com os resíduos sólidos e o Sistema de Limpeza Urbana.

O Capítulo 2 apresenta o levantamento da situação atual do Sistema de Limpeza Urbana na cidade de Campina Grande. Isto compreende as condições atuais de acondicionamento, a quantidade e o estado dos veículos utilizados no transporte, bem como as condições do processo de destino final dado aos resíduos.

O Capítulo 3 descreve as metodologias utilizadas na coleta de dados do sistema sob investigação. Nele é apresentado o modelo do questionário que foi aplicado para avaliar as condições de acondicionamento e coleta em pontos amostrais de diversos bairros. Também são apresentados os procedimentos adotados para colher as informações referentes aos serviços de transporte, varrição, tratamento e destino final.

O Capítulo 4 expõe a Teoria da Amostragem Casual Es



tratificada. Ela é de grande utilidade nos casos em que se pretende tirar conclusões sobre uma população heterogênea na qual são distinguidas subpopulações mais ou menos homogêneas.

O Capítulo 5 objetiva determinar a quantidade de amostras necessárias para caracterizar o acondicionamento e a coleta do sistema sob estudo, mediante a aplicação da teoria acima citada.

O Capítulo 6 apresenta, criteriosamente e minuciosamente, os resultados obtidos através da análise dos dados coletados por meio das metodologias descritas no Capítulo 3.

Finalmente, o Capítulo 7 expõe as conclusões e sugestões que foram consideradas como válidas para o Sistema de Limpeza Urbana estudado.

## CAPÍTULO 1

### ASPECTOS GERAIS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA

#### 1.1 - Generalidades

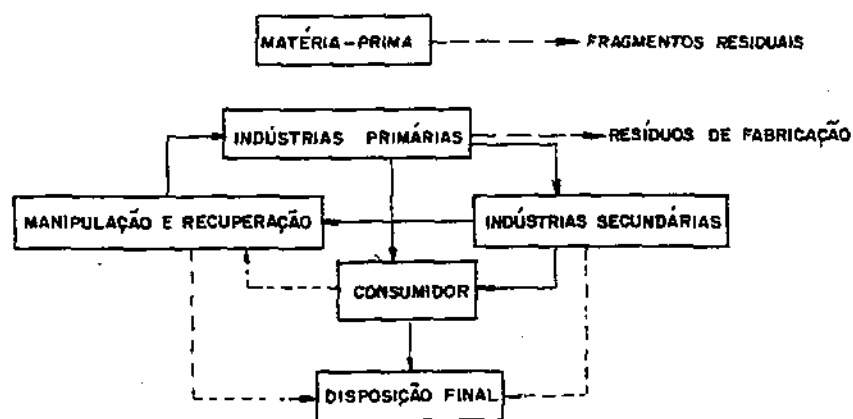
Lixo é o resultado de toda e qualquer atividade natural, humana ou animal, considerado, geralmente, como imprestável e/ou indesejável no ambiente.

Porém, o conceito de lixo é relativo ou mesmo subjetivo. Por isto, o que é muitas vezes considerado lixo para uns pode não ser para outros. Do mesmo modo, algum tipo de lixo que, em pequena quantidade, pode não apresentar interesse à sua comercialização, em grande quantidade poderá ter um certo valor econômico. Em qualquer caso, enfim, o conceito de lixo também depende do nível sócio-econômico-cultural de quem o produz.

Quanto ao seu aspecto físico o lixo, em geral, se apresenta nos estados sólido ou semi-sólido, razão pela qual, modernamente, é chamado de resíduo sólido. Entretanto, o lixo também pode ser encontrado nos estados líquido ou gasoso. Como produto da atividade humana sua origem ocorre com o aproveitamento inicial das matérias-primas, durante a confecção de utensílios primários ou secundários, e co

mo resultado do consumo e disposição final (27).

A forma de origem do lixo pode ser entendida pelo ex posto na Figura 1, conforme é sugerida por LEME (27).



— materiais brutos, seus produtos e recuperação;  
 --- resíduos materiais.

Figura 1 - Modo de Geração dos Resíduos Sólidos.

Fonte: Engenharia do Saneamento Ambiental (27).

De acordo com a bibliografia especializada (12), os resíduos sólidos podem ser classificados em:

a) Domiciliar

Esta denominação é aplicada a todos os tipos de resíduos inúteis que são produzidos em casas ou apartamentos residenciais, como por exemplo, lixo de cozinha, varrições, papéis, embalagens, folhas e outros.

b) Comercial

São os resíduos sólidos provenientes de edificações

destinadas ao comércio em geral, tais como: prédios de es  
critórios ou mistos, lojas, bancos, mercados, teatros e ou  
tras unidades institucionais. Este tipo de resíduo com  
preende lavagem de cozinha, papéis, varrições e outros.

c) Industrial

Compreende todos os sub-produtos sólidos e semi-sólidos que resultam das atividades industriais, bem como determinados líquidos que, por suas características peculiares, não podem ser tratados pelos métodos convencionais e nem podem ser lançados na rede de esgoto ou em corpos receptores de água.

d) Público (ou de Logradouro)

Resíduo sólido público (ou de logradouro) é aquele que resulta de capinações; varrições de ruas, praças, feiras e mercados; limpeza de jardins, cemitérios, etc.

e) Especial

Este tipo de resíduo geralmente não é removido pela coleta regular, em virtude de seu volume excessivo, risco de contaminação, possível valor residual ou que requer cuidados especiais quanto ao acondicionamento, coleta, transporte e destino final. Como exemplo deste tipo de resíduo é possível citar: animais mortos; podas de árvores; materiais resultantes de reformas, consertos, demolições e construções; entorpecentes; resíduos hospitalares (sépticos e não

sépticos) e radioativos.

A Tabela 1, a seguir, apresenta vários tipos de resí  
duos urbanos com suas origens, respectivamente.

Uma outra forma de classificação do lixo é sugerida  
por SIQUEIRA (44) a qual faz sua separação em:

- i) lixo úmido ou fermentável: proveniente de restos de co  
zinha ou de alimentos;
- ii) lixo seco: engloba tijolos, pedras, fragmentos de vi  
dro, poeiras, sucatas de madeira e metal, papéis, pa  
nos, couro, borrachas, etc.

Como se vê, os resíduos sólidos, ou lixo, têm diversas  
origens e cada uma delas solicita um cuidado próprio e  
distinto. Isto torna necessário, no seu equacionamento, um  
estudo mais amplo, o que é apresentado nos itens a seguir.

## 1.2 - Composição e Quantidade dos Resíduos Sólidos Urbanos

Em uma mesma cidade, a composição qualitativa e quantitativa  
do lixo varia de acordo com a latitude, clima, cos  
tumes, composição étnica, tipos de alimentos, classe de ren  
da da população e, também, com os regulamentos locais que,  
conforme o caso, admitem ou excluem certos tipos de resí  
duos do seu serviço de coleta regular. Por causa disso, a  
tualmente, tanto a qualidade quanto a quantidade do lixo  
são indicadores seguros do grau de desenvolvimento sócio-e

Tabela 1 - Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos

TIPOS DE RESÍDUOS		ORIGEM
ORGÂNICO	Resíduos da preparação de alimentos ou resíduos de cozinha; resíduos de mercado, coleta e venda de produtos	casas, hotéis, instituições, mercados, lojas, etc.
COMBUSTÍVEL	Papel, cartões, caixas, galhos, sucatas de quintal, mobília	
NÃO COMBUSTÍVEL	Metais, latas, mobília metálica, vidro, outros resíduos minerais	
CINZAS	Resíduos de uso do fogo para cozinhar e para o aquecimento	
RESÍDUOS DE RUA	Varrição de rua, folhas, recipientes, conteúdos de caixas coletoras	ruas, calçadas, becos, terrenos baldios, etc.
ANIMAIS MORTOS	Pequenos animais: gatos, cães, etc. Grandes animais: cavalos, gado, etc.	
AUTOMÓVEIS ABANDONADOS	Resíduo maciço.	
RESÍDUOS INDUSTRIAIS	Resíduos sólidos resultantes de processos industriais e operações de manufaturamento, tais como: resíduos de processamento alimentar, caldeiras, raspagem de metais, etc.	fábricas, estações de energia, etc.

Fonte: Storage, Collection, and Transportation of Domestic Refuse (40) - (Adaptação).

conômico de um determinado lugar (27, 44).

Uma das características mais importantes a respeito da composição dos resíduos sólidos, é a denominada *composição gravimétrica*, na qual a presença de cada componente é dada em porcentagem, em relação ao peso total do lixo (41). A Tabela 2, a seguir, exemplifica a composição gravimétrica do lixo gerado na cidade de Recife.

Tabela 2 - Composição Gravimétrica do Lixo Moído na Usina Experimental de Compostagem Eng<sup>o</sup> Marcelo Asfora/Recife-PE.

COMPONENTE	RESULTADO OBTIDO(%)
PAPEL/PAPELÃO	10,9
PLÁSTICOS	6,7
VIDROS	1,6
MATERIAIS FERROSOS	2,1
MATERIAL ORGÂNICO	53,3
REJEITO	25,4

Fonte: Departamento de Planejamento - Recife/1989.

A quantidade de lixo resultante de uma comunidade também é um índice de grande importância para os serviços de limpeza pública. Sua determinação se dá em função da população ou do número de unidades habitacionais existentes, considerando-se uma contribuição *per capita* (27).

Tal contribuição, porém, considerando-se as variações do lixo, deve ser estabelecida com base em trabalhos estatísticos cuja finalidade seja determinar, com precisão, a quantidade de resíduos coletados em várias localidades e gerados por várias fontes de uma região bem conhecida. A divisão daquela quantidade pelo número de moradores do lugar resulta na produção *per capita*, expressa em quilogramas de resíduos sólidos por habitante e por dia (kg/hab/dia) (12).

Na impossibilidade de serem apresentados dados representativos da região nordeste, a Tabela 3, adiante, mostra, a título de ilustração, a variação *per capita* para os resíduos residenciais e comerciais, bem como para o lixo da variação de feiras, em 16 distritos e sub-distritos da cidade de São Paulo.

### 1.3 - Características Físicas e Químicas do Lixo

As características físicas mais importantes do lixo são:

- a) **Grau de umidade:** esta característica expressa o peso de umidade do resíduo pela unidade de seu peso, quando seco ou úmido e pode ser calculada pela equação abaixo:

$$\text{Percentual de umidade} = \frac{a-b}{a}(\%) \quad \text{Eq. 1}$$

onde,

a = peso inicial da amostra do resíduo quando retirada;



Tabela 3 - Variação *Per Capita* para os Resíduos Residenciais, Comerciais e de Feiras em Distritos e Sub-distritos da Cidade de São Paulo.

(continua)

DISTRITOS E SUB-DISTRITOS	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab)	COLETA MÉDIA DIÁRIA (kg/dia)		Coleta Média "Per Capita" (kg/hab/dia)	
		Residenciais e Comerciais	De feiras	Residenciais e Comerciais	De feiras
Tucuruvi	429.100	197.943	14.242	0,461	0,033
Vila Formosa	121.900	49.189	1.365	0,404	0,011
Vila Guilherme	101.500	41.436	2.976	0,408	0,029
Vila Jaguará	76.400	30.967	3.159	0,405	0,041
Vila Madalena	34.900	32.850	1.548	0,941	0,044
Vila Maria	123.500	84.272	6.052	0,682	0,049
Vila Mariana	83.400	96.952	5.643	1,162	0,068
Vila Matilde	219.327	67.121	3.570	0,306	0,016
Vila Nova Cachoeirinha	35.800	13.470	1.320	0,376	0,037

Tabela 3 - Variação *Per Capita* para os Resíduos Residenciais, Comerciais e de Feiras em Distritos e Sub-distritos da Cidade de São Paulo.

(conclusão)

DISTRITOS E SUB-DISTRITOS	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab)	COLETA MÉDIA DIÁRIA (kg/dia)		Coleta Média "Per Capita" (kg/hab/dia)	
		Residenciais e Comerciais	De feiras	Residenciais e Comerciais	De feiras
Vila Prudente	441.500	180.223	18.060	0,408	0,041
Ermelino Matarazzo	223.300	56.813	3.636	0,254	0,016
Guianazes	147.800	6.558	1.068	0,044	0,007
Itaquera	300.100	49.563	7.391	0,165	0,025
Jaraguá	24.100	5.937	606	0,246	0,025
Perus	37.500	7.562	771	0,202	0,021
S. Miguel Paulista	297.800	48.977	8.041	0,164	0,027
TOTAL	2.697.927	969.833	79.448	0,414	0,031

Fonte: Macro-indicadores para a Administração dos Serviços de Limpeza Pública (12) - (Adaptação).

b = peso da amostra após secagem.

O grau de umidade serve para avaliar o poder calorífico dos resíduos sólidos, bem como para determinar a potência liberada por sua combustão (27).

Na Tabela 4 são mostrados os percentuais de umidade característicos dos resíduos sólidos de uma certa comunidade.

Tabela 4 - Percentuais de Umidade dos Resíduos Sólidos Domésticos

Componentes	% da umidade	
	Faixa de variação	Média típica
Restos de alimentos	50-80	70
Papel	4-10	6
Papelão	4- 8	5
Plásticos	1- 4	2
Materiais têxteis	6-15	10
Borracha	1- 4	2
Couros	8-12	10
Madeira	15-40	20
Vidro	1- 4	2
Folha de flandres	2- 4	3

Fonte: Engenharia do Saneamento Ambiental (27) - (Adaptação).

- b) **Massa específica ou densidade absoluta:** é a razão entre a massa e o volume do resíduo, geralmente expressa em  $\text{kg/m}^3$ . Tal característica é importante na avaliação da massa total e do volume de água a ser manejado (27).

A Tabela 5 apresenta valores típicos de massa específica para os componentes do lixo de um determinado lugar.

Tabela 5 - Massas Específicas Típicas dos Componentes dos Resíduos Sólidos Domésticos

Componentes	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	
	Faixa de variação	Média típica
Restos de alimentos	128 - 480	288
Papel	32 - 128	81,7
Papelão	32 - 80,1	49,6
Plásticos	32 - 128,1	64,1
Materiais têxteis	32 - 96,1	64,1
Borracha	96,1-192,1	128,0
Couros	96,1-256,3	160,2

Fonte: Engenharia do Saneamento Ambiental (27) - (Adaptação).

c) **Massa específica relativa** ou **densidade relativa**: é a razão entre a massa específica de uma substância e a massa específica de outra, tomada como padrão. No caso de sólidos e líquidos, a densidade relativa é tomada em relação à água pura a uma temperatura de 4<sup>o</sup>C. Ademais, como neste caso a massa específica da água é igual a 1 (tendo em vista que a massa de 1 cm<sup>3</sup> de água é igual a 1 g), a densidade relativa destas substâncias coincide com o valor da massa específica ou densidade absoluta.

Existe uma diversidade muito grande de componentes contidos no lixo. Isto dificulta a avaliação da massa específica e, por conseguinte, da densidade relativa. Ambas as características são importantes para indicar a natureza do lixo.

d) **Poder calorífico**: é a quantidade de calor ou de energia liberada por unidade de massa dos resíduos. O poder calo

rífico dos resíduos sólidos pode ser calculado pelas Equações 2 e 3, a seguir, que correspondem às fórmulas modificadas de Dulong e Petit (27).

$$\frac{\text{BTU}}{\text{lb}} = 145,4C + 620 \left( H - \frac{1}{8} O \right) + 41S \quad \text{Eq. 2}$$

considerando-se que

$$1 \text{ BTU} = 0,252 \text{ kcal e}$$

$$1 \text{ lb} = 0,4536 \text{ kg}$$

vem que

$$\frac{\text{BTU}}{\text{lb}} = 0,5556 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

O que, finalmente, resulta em

$$\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 261,7C + 1115,9 \left( H - \frac{1}{8} O \right) + 73,8S \quad \text{Eq. 3}$$

onde,

C, H, O e S = porcentagens dos elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e enxofre, respectivamente, contidas nos resíduos.

Para o cálculo da energia liberada quando a umidade (isoladamente ou com o material inerte, cinza) for retirada, a Eq. 3 se modifica. Obtém-se, então, para cada um dos casos, respectivamente (27):

$$\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}(\text{material seco}) = \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}(1 - \% \text{ de umidade}) \quad \text{Eq. 4}$$

e

$$\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}(\text{material seco, isento de material inerte}) =$$

$$= \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}(1 - \% \text{ de umidade} - \% \text{ de cinza}) \quad \text{Eq. 5}$$

Quanto às características químicas, conforme aparece na Tabela 6, normalmente é analisada a presença de elementos tais como carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo e matéria orgânica; bem como outros parâmetros químicos, como por exemplo: pH, teor de cinzas, resíduo mineral solúvel e total, etc.

A determinação destas características químicas é fundamental para a avaliação das possibilidades de recuperação e/ou processamento dos resíduos (27).

Vale ressaltar que a inclusão da Tabela 6, no presente trabalho, deve-se ao fato de, na região nordeste, não existirem centros de pesquisa de tais características dos resíduos sólidos.

#### 1.4 - Aspectos Epidemiológicos

O homem, como qualquer outro ser vivo, pode ser considerado como um sistema que participa do ecossistema (12). Conseqüentemente, é óbvio, portanto, que da interação do homem com seu *nicho ecológico*<sup>[1]</sup> resultam situações nem sempre

[1] *Nicho ecológico é o espaço físico no qual estão reunidas todas as condições ambientais sob as quais uma espécie pode existir e reproduzir-se.*

Tabela 6 - Características Físicas e Químicas do Lixo Doméstico Processado na Usina de Reciclagem Engº Luiz Eduardo Bahia, COMLURB - RJ.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Umidade	49,6 (%)
Peso Específico	343,5 (kg/m <sup>3</sup> )
Poder Calorífico	3661,07 (kcal/kg)
Resíduo Mineral	23,48 (%)
pH (KCl 1N)	6,06
pH (H <sub>2</sub> O)	6,00
Sílica	12,75 (%)
Cálcio	2,32 (%)
Fósforo	0,81 (% P)
Fósforo Total	1,86 (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Potássio	0,15 (% K)
Nitrogênio Total	1,42 (%)
Carbono Total	16,02 (%)
Proteínas	8,84 (%)
Relação C/N	11,30
Matéria Orgânica	26,25 (%)
Gordura	6,35 (%)

Fonte: Ciência e Técnica (13).

salutares, de parte a parte. Estas situações se tornam mais graves ainda quando traduzem manifestações que caracterizam as múltiplas doenças ou agravos à saúde.

Tais manifestações, que têm denominações apropriadas, têm suas origens em fontes de infecção presentes em homens, animais e vegetais, conforme mostra a Figura 2, a seguir:

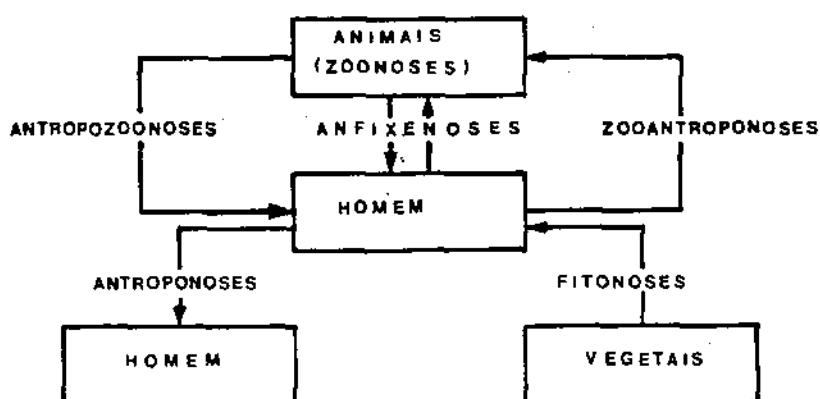


Figura 2 - Fontes de Infecção e Moléstias Transmissíveis.

Fonte: Macro-indicadores para a Administração dos Serviços de Limpeza Pública (12).

Como se pode observar na figura anterior, as moléstias ficam divididas em três grupos, a saber (12):

- i) **Zoonoses:** comuns ao homem e aos animais e subdivididas em:
- **Antropozoonoses:** adquiridas pelo homem, a partir de animais. Ex.: brucelose.



- **Zooantropozoses:** adquiridas pelos animais, a partir do homem. Ex.: esquitossomose mansônica.
  - **Anfixenoses:** adquiridas de modo intercambiável entre o homem e os animais. Ex.: tripanosomíase americana.
- ii) **Antropozoses:** adquiridas entre os homens. Ex.: doenças venéreas.
- iii) **Fitozoses:** comuns ao homem e vegetais. Ex.: blastomicose sul-americana.

Tendo em vista que o lixo, além de seus efeitos indesejáveis (intoxicação com resíduos industriais, aspecto antiestético, odor desagradável, etc.), pode constituir ambiente ecológico favorável a certos animais, urge tratá-lo rigorosamente. O que, sem nenhuma dúvida, irá evitar que os animais se tornem veiculadores ou reservatórios capazes de atingir o homem com algum daqueles tipos de moléstias citados. A Figura 3 apresenta as vias de contato homem-lixo e os vetores que mais o freqüentam.

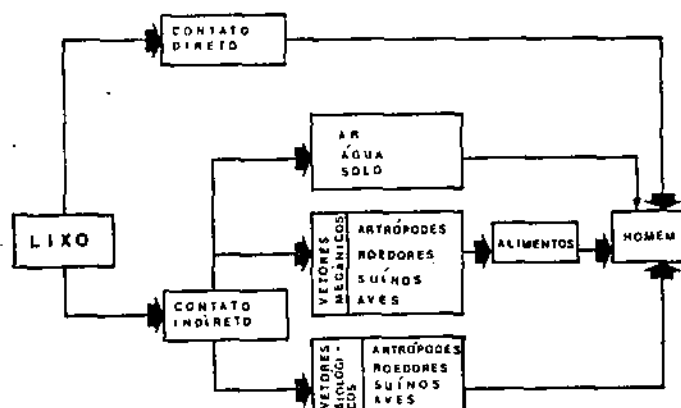


Figura 3 - Vias de Contato Homem-Lixo e Principais Vetores.

Fonte: Macro-indicadores para a Administração dos Serviços de Limpeza Pública (12) - (Adaptação).

Os principais animais que freqüentam o lixo e provocam doenças são apresentados a seguir.

#### a) Artrópodes

Artrópodes são insetos que habitam o lixo, como por exemplo: moscas, mosquitos e baratas.

A seguir são apresentados alguns comentários sobre os artrópodes acima citados, que podem, de forma direta ou indireta, provocar doenças no homem.

a.1) **Moscas** - As moscas têm na *Musca domestica* a sua principal representante. O lixo constitui um de seus habitat preferido por ser um meio rico em matéria orgânica em decomposição. Também podem ser encontradas em residências, fossas danificadas, esgotos a céu aberto, etc. Chegam a pôr cerca de 120 a 150 ovos por dia e 500 a 600 ovos durante seu período de vida (5 a 12 dias). Voam cerca de 10 km em 24 horas.

A *Musca domestica* é a responsável pela transmissão de vírus e bactérias intestinais (como, por exemplo, *Esche*richia coli, *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis*), além de protozoários (*Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, etc.) e helmintos (*Trichomonas sp*) (12).

Para evitar sua proliferação são recomendadas medidas permanentes, como por exemplo: proteção dos alimentos, construção de tanque séptico e canalizações de esgotos, além

de um controle e disposição adequada dos resíduos (12).

a.2) **Mosquitos** - Os principais tipos de mosquitos transmissores de doenças são o *Culex pipiens fatigans* (transmissor da filariose bancroftiana) e o *Aedes aegypti* (responsável pelo vírus da febre amarela urbana). Estes podem ser encontrados no lixo, em caixas d'água, residências, cursos d'água tranquilos, etc. Eles têm uma postura estimada entre 100 a 400 ovos que dão origem a larvas e pupas, até chegarem à fase adulta. Quando adultos são domésticos, têm hábitos noturnos, voam grandes distâncias e se alimentam de sangue, sucos de frutas, seiva vegetal e matéria orgânica. Em determinadas condições chegam a viver três meses.

Seu controle e combate pode ser feito através de campanhas de esclarecimento à população e melhoria das condições de saneamento básico, entre outros (12).

a.3) **Baratas** - As principais espécies são: *Periplaneta americana*, *Periplaneta australasiae*, *Blattella orientalis* e *Blattella germanica*. Seus ciclos são variáveis de uma espécie a outra. Os ovos são colocados em uma pequena cápsula chamada ooteca em número aproximado - no caso da *Periplaneta americana* - de 16 a 26, conseguindo a fêmea, na fase adulta, produzir 51 ootecas. As fases de desenvolvimento são: ovos (35 a 100 dias); ninfas (03 a 13 meses) e adultas (13 a 30 meses). Danificam livros e vestimentas, causam problemas estéticos e de saúde (transmitindo o vírus da poliomielite, bactérias intestinais, cólera, giardíase, tifo e amebíase) (12).

Medidas permanentes, como a proteção dos alimentos e o correto acondicionamento dos resíduos, são recomendadas para o controle desses insetos (12).

#### b) Roedores

Os roedores de maior importância sob o ponto de vista sanitário de uma comunidade são os ratos. No Brasil eles pertencem a duas grandes famílias: *Cricetíneos* e *Murinos*. A primeira tem importância sanitária reduzida, pois seus representantes vivem no campo, estabelecendo pouco contato com o homem. A segunda é constituída por parasitas do homem e, por vezes, com eles estabelecem uma associação perigosa (13).

No Brasil os *Murinos* estão distribuídos em dois gêneros e três espécies que são (12):

- i) Gênero *Rattus*: - *Rattus rattus*, que apresenta três subes espécies, a saber: *Rattus rattus rattus* (gabiru, rato preto), *Rattus rattus alexandrinus* (rato pardo) e *Rattus rattus frugivorus*;  
e  
- *Rattus norvegicus* (ratazana).
- ii) Gênero *Mus*: - *Mus musculus* (catita).

Os ratos geram até 1.000 descendentes por ano. Alcançam uma vida média de 1 ano em seu *habitat* ou de 2 anos em laboratório. Apresentam os sentidos bem desenvolvidos, com

exceção da visão, já que possuem hábitos noturnos. São ani mais muito ágeis e que fogem ao menor ruído ou sinal de pe rigo (12).

Os ratos se alimentam de restos de cozinha, animais mortos, legumes, frutas, queijos, gorduras, etc. Danificam móveis, instalações hidráulicas, elétricas e telefônicas. Destrõem plantações e têm no lixo o nicho ideal para o for necimento de abrigo, água, alimento e de outros elementos vitais para sua reprodução e sobrevivência.

Entre as doenças mais graves que podem veicular es tão a leptospirose (transmitida pela urina do rato), a fe bre por mordedura de rato, o rifo murino e a peste bubônica (ambas as doenças sendo transmitidas pela pulga do rato (*Xe* nopsylla cheopis))(12).

O combate aos roedores é feito através das seguintes medidas (12):

**d)** anti-ratização: é toda medida que visa evitar a prolife ração do rato. Como exemplos citam-se (i) a existência de hábitos de higiene doméstica e (ii) a eliminação de abrigos naturais para os roedores;

**B)** desratização: é uma medida que objetiva eliminar os ra tos. Ela pode ser feita por meio do uso de venenos rati cidas ou de ratoeiras.

### c) Suínos

O lixo quando lançado a céu aberto, sem os cuidados sanitários convenientes, torna-se um atrativo para os porcos, que ficam sujeitos ou podem levar ao homem uma série de doenças, tais como a peste suína, a toxoplasmose, a cisticercose, a triquinelose, etc. (12).

### d) Aves

Galinhas, patos e outros tipos de aves domésticas podem freqüentar o lixo e assim infectar o homem. Outras aves, também, podem ser encontradas ali, como os urubus (*Coragyps atratus*) que transmitem toxoplasmose (12).

## 1.5 - Sistema de Limpeza Urbana

O Sistema de Limpeza Urbana é entendido, neste estudo, como sendo um conjunto de planos, ações e serviços, coordenados entre si e exercido pelo poder competente a fim de assegurar um estado de asseio e higiene a uma comunidade.

Ademais, o Sistema de Limpeza Urbana pode ser visto como mais uma das atividades que, ao lado dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotos Sanitários, faz parte do que se chama de Saneamento Básico (urbano e rural). Modernamente, no entanto, também lhe tem sido atribuída a competência de controle da poluição ambiental, na qual a problemática dos resíduos sólidos está inserida.

Desse modo, ao ser cogitada a implantação de um Sistema de Limpeza Urbana de modo geral, o município deve levar em consideração, além do conhecimento de todos os elementos até aqui apresentados, outros aspectos tais como:

- econômico;
- ambiental;
- sanitário;
- comunitário;
- administrativo;
- político;
- expansão da cidade;
- tipos usuais de acondicionamento;
- tipos de coletas;
- sistema viário;
- tipos de pavimentos das vias;
- forma adequada de destino final;
- distância ao destino final, etc..

A consideração dos aspectos supracitados resultará em melhores avaliações dos problemas pertinentes aos resíduos sólidos. Esta também contribuirá para a eficiência do planejamento dos sistemas; além de auxiliar, decisivamente, na seleção do tipo de equipamento mais adequado à coleta do lixo produzido.

Em síntese, cuidar dos resíduos sólidos domiciliares, além dos serviços referentes à limpeza de logradouros, ao controle dos resíduos sólidos industriais e outros, são atribuições do Sistema de Limpeza Urbana de uma cidade. Este

sistema possui diversas fases, conforme se vê na Figura 4, mostrada a seguir.

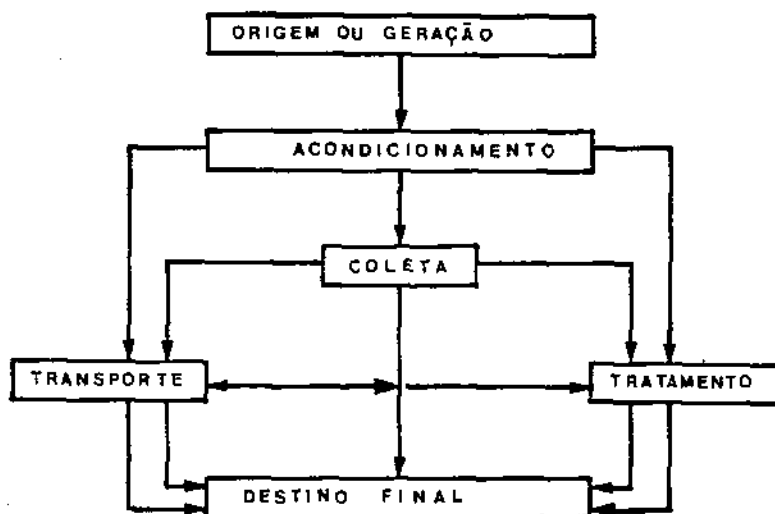


Figura 4 - Fases de um Sistema de Limpeza Urbana.

A seguir são mostradas as diversas fases pertinentes a um Sistema de Limpeza Urbana, ou seja:

#### 1.5.1 - Origem ou geração dos resíduos

Os resíduos sólidos são originados, nos logradouros e imóveis, a partir de fenômenos naturais, acidentes ou atividades nas quais as matérias usadas pelo homem são abandonadas, após terem sido identificadas como inúteis. É uma etapa importante pelo que pode repercutir tanto nos aspectos sanitários quanto na eficiência do serviço de limpeza urbana.



### 1.5.2 - Acondicionamento

A condição na qual os resíduos devem ser apresentados no local onde são produzidos, para serem recolhidos pelo serviço de coleta, tem a denominação genérica de acondicionamento (12).

As características dos resíduos, quantidade e a localização do domicílio são alguns dos fatores que influem no tipo de acondicionamento.

De acordo com a bibliografia especializada (12), o acondicionamento pode ser feito nos seguintes padrões:

- a) **recipiente hermético:** caracterizado pela presença de tampa que a ele se acopla e que funciona pelo sistema de basculamento;
- b) **sacos descartáveis:** podem ser de papel ou plástico. O uso dos sacos plásticos é vantajoso para as donas de casa e para o serviço de coleta, pois não necessitam ser restituídos, razão pela qual são conhecidos como sem retorno (one way). No Brasil, os sacos descartáveis para acondicionamento do lixo são padronizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, através da EB-588 e da MB-732;
- c) **recipiente padrão:** destinado para coletar o lixo de residências e estabelecimentos comerciais de pequeno porte, sendo também padronizado pela ABNT;

d) containers: são recipientes de grande capacidade cujo li  
xo neles contido é descarregado no veículo coletor, ou  
no ponto de destino final, por meio de equipamento de  
basculamento hidráulico ou pneumático, acoplado ao chas  
si do carro. Eles são recomendáveis para estabelecimen  
tos comerciais, ou para servirem de apoio ao serviço de  
varrição e coleta regular dos resíduos. A sua classifica  
ção é a seguinte:

- container simples ou basculável: dotado de pequenas ro  
das (rodízios), que servem para empurrá-lo até o carro  
coletor, tem o seu conteúdo depositado no veículo atra  
vês do mecanismo de basculamento que esse possui. É re  
comendável para estabelecimentos que produzem cerca de  
 $1 \text{ m}^3$  de lixo por dia, visto que a capacidade dos mode  
los fabricados no Brasil (Colecom, Kuka e PPT) varia  
entre 0,8 e  $1,5 \text{ m}^3$ .

- container intercambiável (caçamba estacionária ou cai  
xa coletora): desprovido de rodas que o movimento, fi  
ca apoiado sobre o solo. São removidos por veículos  
com chassi dotado de guindaste e que deixam um vazio  
enquanto levam, até um local conveniente, aquele que  
está carregado. Os modelos de fabricação nacional com  
portam volumes que vão de 2,5 até  $30 \text{ m}^3$  - sendo o de  $7$   
 $\text{m}^3$  o mais usado - e, em função da capacidade, classifi  
cam-se em normais (quando recebem até  $10 \text{ m}^3$ ) e gigan  
tes (com capacidade superior a  $10 \text{ m}^3$ ).

De acordo com a bibliografia especializada (40), a

quantidade de tais caixas coletoras, necessárias para um bom atendimento do Sistema de Limpeza Urbana de uma cidade, pode ser determinada através da equação a seguir:

$$N = \frac{(g/d)(t)(I)(Var/df)}{V} \quad \text{Eq. 6}$$

onde,

- N = número de caixas coletoras;
- g = peso específico dos refugos;
- d = peso específico aparente;
- t = tempo de armazenamento;
- I = população atendida;
- Var = variabilidade anual da produção de refugos;
- df = grau de enchimento;
- V = volume da caixa coletora.

O tipo de acondicionamento pode ou não ser estabelecido por legislação específica de cada município. Entretanto, na maioria dos casos, são livres para as diversas cidades brasileiras. Caso seja tornada obrigatória a padronização de acondicionamento, é recomendável que as providências de ordem legal sejam complementadas pela orientação à população. Tal medida tem a finalidade de tornar conhecidas as vantagens de ordem sanitária e operacional que o acondicionamento recomendado promove, de tal maneira que a população passe a adotá-lo normalmente (23).

### 1.5.3 - Coleta

A coleta é o recolhimento dos resíduos na fonte onde

são gerados, ou nos lugares para onde são transportados ou depositados. Outra maneira de vê-la é intimamente associada ao transporte do lixo, onde constitui a etapa preliminar.

A importância da coleta de lixo é justificada pelos transtornos que sua deficiência ou falta pode provocar nos aspectos sanitários de uma comunidade. Portanto, a permanência prolongada do lixo nas residências, em estabelecimentos comerciais e outros, gera um quadro de problemas. Estes são traduzidos pelo aparecimento de artrópodes, animais, etc., pelo mau cheiro resultante do seu apodrecimento, bem como pelo lançamento dos resíduos em locais inadequados (cursos de água, terrenos baldios, etc.) além de críticas e reclamações à Administração Municipal (23).

Para obstar os contratemplos é mister que, antes de tudo, o serviço de coleta de lixo seja planejado, levando em conta as características topográficas da cidade, os hábitos da população, o clima, o sentido de tráfego, os tipos de viaturas selecionadas, as diferentes zonas de ocupação e outras condições locais (12, 23).

A partir destes dados, são definidas as áreas e itinerários a serem coletados. Em seguida as áreas são subdivididas em subáreas, conforme a qualidade e a quantidade de lixo produzida. Posteriormente, são então estabelecidos o método, a frequência e horário de coleta e o tipo de acondicionamento (padronizado ou livre).

Apresentam-se, a seguir, alguns dos elementos básicos

cos a serem considerados no planejamento do serviço de coleta de lixo, de acordo com as referências (12, 23, 44).

i) **Métodos de coleta** - Os métodos de coleta podem ser classificados das seguintes formas:

- a) Quanto ao posicionamento dos resíduos (métodos direto e indireto);
- b) Quanto ao tipo de resíduo coletado (métodos unitário e separador).

No método indireto, o lixo é recolhido pelos garis do carro coletor no interior dos imóveis. A partir daí são transferidos para latões de 50 a 200 litros e, posteriormente, para os veículos. No método direto, os resíduos ficam na frente dos imóveis, em recipientes padronizados ou livres, quando então são coletados e esvaziados diretamente dentro dos caminhões.

Quando a coleta engloba todos os tipos de resíduos (material reciclável e matéria orgânica) o método posto em prática é o unitário. De outra forma, se os resíduos, notadamente os materiais recicláveis e a matéria orgânica, forem coletados de modo isolado, obtém-se o método separador (44).

ii) **Frequência da coleta** - É o número de vezes em que a coleta deve ser executada em um determinado espaço de tempo. Depende, basicamente, do período máximo em que os resíduos produzidos podem ficar expostos sem atingir a putrefação. O

ideal é que a coleta ocorra em pequenos intervalos de tempo, sendo geralmente diária. Entretanto, esta medida esbarra no alto custo do serviço (23).

Há também a coleta em dias alternados, que traz uma economia de 30% em relação a coleta diária (12), embora gere o inconveniente da sobrecarga nos chamados dias de pico (segunda ou terça-feira - dependendo do dia que inicia a coleta semanal - quando é recolhido o acúmulo do lixo produzido nos dois dias anteriores, respectivamente) (23).

Outra forma de frequência de coleta é a mista. Nela é efetuada a coleta diária apenas no centro e em estabelecimentos comerciais ou de elevada produção de lixo, ficando o restante para ser recolhido em dias alternados.

iii) **Horário da coleta** - Pode ser diurno ou noturno. Em quaisquer dos casos, no entanto, deve-se considerar a melhor utilização da frota coletora e a conveniência da população. De modo geral, nas zonas comerciais ela é realizada durante a noite, com o que são evitados os horários de grande movimentação de veículos e pedestres. Nas zonas residenciais a coleta, normalmente, é diurna (23).

#### 1.5.4 - Transporte

O transporte é definido como sendo a transferência dos resíduos para o local onde o veículo de coleta é esvaziado (27).

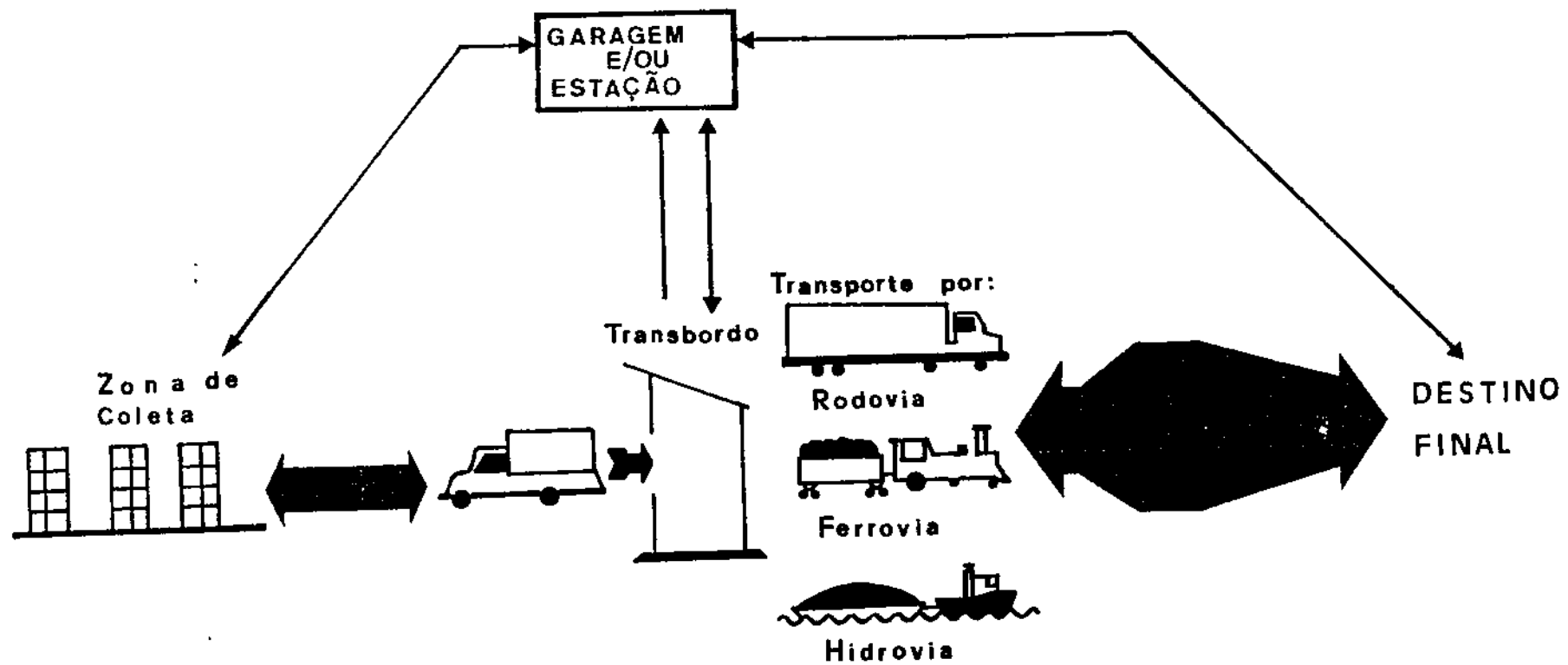


Figura 5 - Sistema de Coleta com Estação de Transferência (Transbordo).

Via de regra, esta operação é feita pelos carros coletores sem que haja distinção entre os serviços de coleta e transporte do lixo. Porém, se as distâncias entre as áreas de coleta e o destino final dos resíduos forem demasiadamente longas, o que requer tempos maiores para o transporte, é de bom alvitre que os veículos coletores façam o transporte somente até um estágio intermediário (denominado de estação de transbordo ou transferência (Ver Figura 5)). A partir daí para o destino final, o transporte pode ser feito por meio de caminhões de maior capacidade, barcaças ou composições ferroviárias, conforme a situação recomendar (12).

Evidentemente, também é possível fazer combinações dos meios de transporte para se atingir o ponto de destinação final dos resíduos. Para tanto, porém, deve-se levar em consideração que isso representa um custo adicional, cuja viabilidade, ou não, deve ser cuidadosamente estudada.

Além da classificação quanto ao meio de transporte adotado (rodoviário, ferroviário, hídrico ou combinado) as estações de transferência podem se classificar, segundo a bibliografia especializada (12), em:

- a) quanto à armazenagem do lixo: com ou sem a existência de fosso de acumulação. Este fosso é uma escavação no terreno na qual os veículos da coleta regular simplesmente fazem a descarga do lixo no seu interior. No segundo caso, o material contido no caminhão que faz a coleta regular é passado, diretamente, para o transporte que o conduzi



rã ao seu destino final;

- b) quanto ao tratamento prēvio dos resíduos: com ou sem redução de volume;
- c) quanto ao sistema de redução do volume: por compactação, enfardamento, trituração, etc.

Para pôr em prática o transporte dos resíduos, a seleção das viaturas deve se basear em considerações de ordem sanitária, técnica, econômica e estética. Assim, para estabelecer as necessidades de veículo para a coleta do lixo, devem ser feitas algumas avaliações preliminares, dentre as várias existentes. Uma delas é a indicada como válida por G.H. Sengês (23), ou seja:

- Número de residências de uma cidade =  $\frac{\text{população}}{5}$ ;
- Número de estabelecimentos comerciais = 10% do número de residências;
- Densidade de população = 50 habitantes/hectare;
- Área da cidade em hectares =  $\frac{\text{população}}{50}$  e
- Extensão de ruas a coletar ou varrer = 200 metros/hectare.

Este tipo de avaliação preliminar é bastante empregado na prática porque implica uma pequena margem de erro.

Ademais, a bibliografia especializada (40) estabelece, também, que uma estimativa do número requerido de carros coletores será dada por:

$$N_c = \frac{C_c}{V_c \cdot \beta \cdot T}$$

Eq. 7

onde,

$N_c$  = número de carros coletores;

$C_c$  = capacidade de coleta;

$V_c$  = volume do carro coletor;

$\beta$  = grau de compactação;

$T$  = número de viagens por dia.

Porém, para tipos  $i$  diferentes de carros coletores, cada um com volume  $V_{ci}$ , um grau de compactação  $\beta_i$  e realizando  $T_i$  viagens por dia, a capacidade total de coleta será:

$$C_c = \sum_i^n V_{ci} \cdot \beta_i \cdot T_i \quad \text{Eq. 8}$$

Por outro lado,

$$\beta = TCV/d \quad \text{Eq. 9}$$

sendo,

$TCV$  = taxa carga-volume ( $\text{ton}/\text{m}^3$ );

$d$  = peso específico aparente ( $\text{ton}/\text{m}^3$ ).

Além da escolha correta das quantidades e tipos de viaturas, um outro fator importante para assegurar a eficiência do transporte dos resíduos é a guarnição do veículo, mostrada a seguir.

**Guarnição dos veículos** - A guarnição é o número de pessoas que vai com cada veículo. Esta quantidade é variável e de

pende, *verbi gratia*: da localização e porte do recipiente para a coleta, do tipo de caminhão utilizado para o serviço, da população urbana, da receita municipal, etc. Em determinadas situações apenas o motorista é suficiente para executar o trabalho; em outras, até 6 homens podem se tornar necessários (12).

Às vezes, particularmente quando os veículos encontram-se em situação precária ou a Prefeitura não dispõe de recursos para adquirir novos veículos ou contratar servidores, é comum que ela recorra à contratação de firmas particulares. Estas firmas deverão assumir a responsabilidade de executar a totalidade de suas obrigações ou somente parte dela. Uma comparação entre as vantagens e desvantagens existentes entre os serviços de coleta municipal e contratada sempre apontará bons resultados para um serviço e outro. Entretanto, cabe à Prefeitura o poder de fiscalizar e controlar com eficiência os serviços contratados. Isto é necessário para abolir alguma possível desvantagem que tenha repercussão prejudicial ao bom atendimento da população (23).

Segundo a bibliografia nacional (12, 23, 30) as variedades de veículos utilizados para o serviço regular de coleta de lixo, no Brasil, são:

- i) simples ou convencionais:
  - a) caminhão tipo Baú, Prefeitura ou Gaveta;
  - b) poli-guindaste (ou sistema Brooks-Dumpster);

- c) trator;
  - d) por tração animal (carroça);
- ii) compactadores:
- a) modelo Colecom;
  - b) modelo Kuka;
  - c) Modelo Garwood (ou modelo Load Packer);
  - d) modelo Sita 6000;
  - e) modelo Vegalix;
  - f) modelo Vegamaster.

A seguir são apresentadas, resumidamente, as principais características de cada um dos veículos simples ou convencionais acima relacionados, a saber:

a) Os caminhões tipo Baú (também denominados de Prefeitura ou Gaveta), fabricados por Kabi Indústria e Comércio S.A. (RJ), possuem caçamba de cobertura abaulada, com portas corrediças, sendo o carregamento feito pela parte superior (Ver Figura 6).

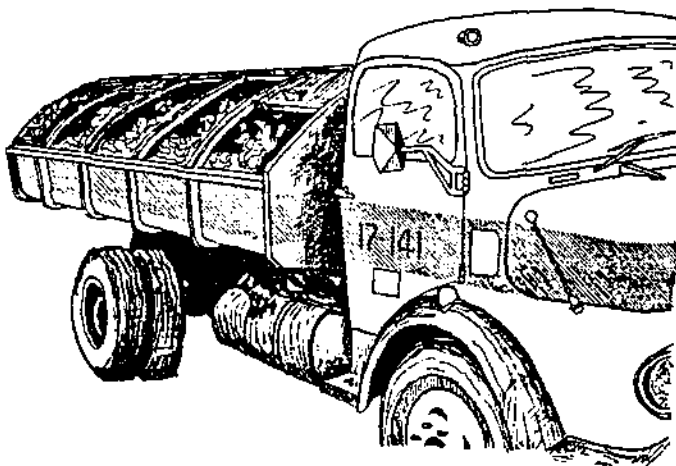


Figura 6 - Caminhão Coletor Tipo Baú ou Prefeitura.  
Fonte: Manual de Limpeza Pública (23).

A capacidade máxima destas caçambas é variável entre 2 e 3 toneladas de lixo. Suas laterais têm altura limite de 1,70 m do solo, o que dificulta a descarga dos recipientes. Ademais, por causa de sua pequena capacidade, os veículos desse tipo necessitam realizar um número maior de viagens por dia - em comparação a um compactador, por exemplo -, o que onera os custos do serviço. São apropriados para a coleta em áreas de baixa concentração de lixo; ou para zonas com ruas em mau estado de conservação, fazendo com que as possibilidades de dano ao veículo sejam maiores e, por conseguinte, prejudiciais a outro de maior preço.

b) Poli-guindaste (ou sistema Brook-Dumpster) é o nome dado ao veículo que faz a coleta e transporte das caçambas estacionárias existentes em diversos pontos da cidade (Ver Figura 7). A linha de fabricação no Brasil da Kabi Indústria e Comércio S.A., tem mais de 40 modelos, para qualquer uso ou aplicação, com capacidade de 2,5 até 22 toneladas. Estes modelos podem ser instalados em qualquer tipo de chassi, novo ou usado. Este tipo de veículo tem a vantagem de realizar com total eficiência, e em poucos minutos, tarefas como a troca de caçambas cheias por vazias e vice-versa.

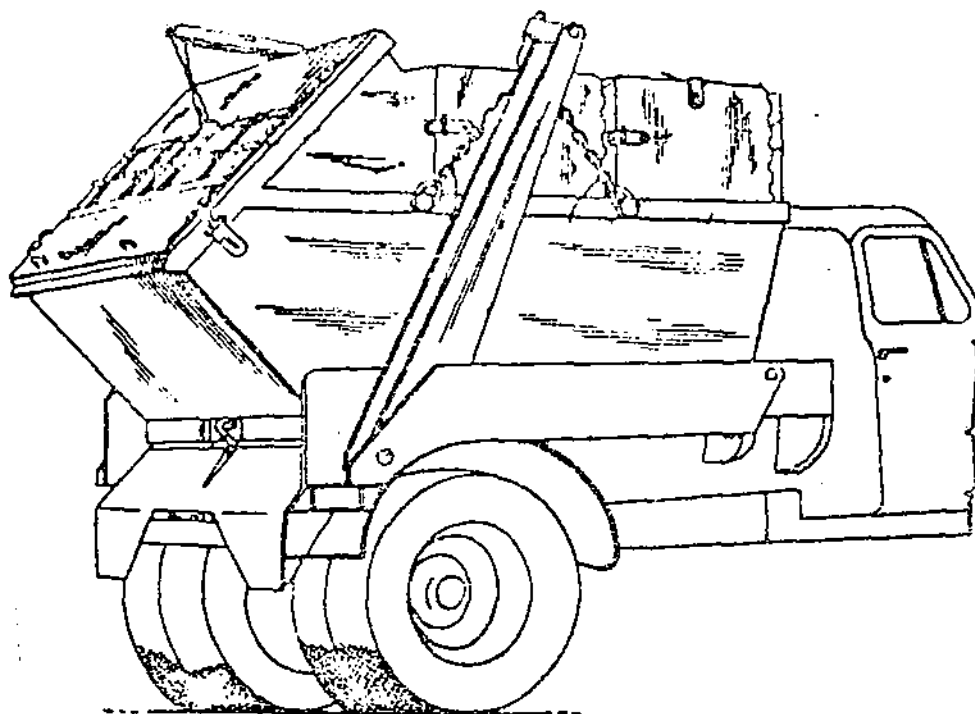


Figura 7 - Poli-guindaste (ou Sistema Brooks-Dumpster).

Fonte: Manual de Limpeza Pública  
(23).

c) Em circunstâncias especiais, como a coleta de entu<sup>l</sup>hos ou o transporte de carroças cheias até os pontos de vazamento, o uso de tratores é fundamental porque permite a realização de operações com grande economia de esforço, tempo, manobras e, em alguns casos, combustível. O trator Escavo-Carregador Articulado, da Figura 8, exemplifica este tipo de equipamento.

Algumas das principais marcas de tratores no Brasil são: Caterpillar, Agrale, Case, HWB-DRESSER e outras.

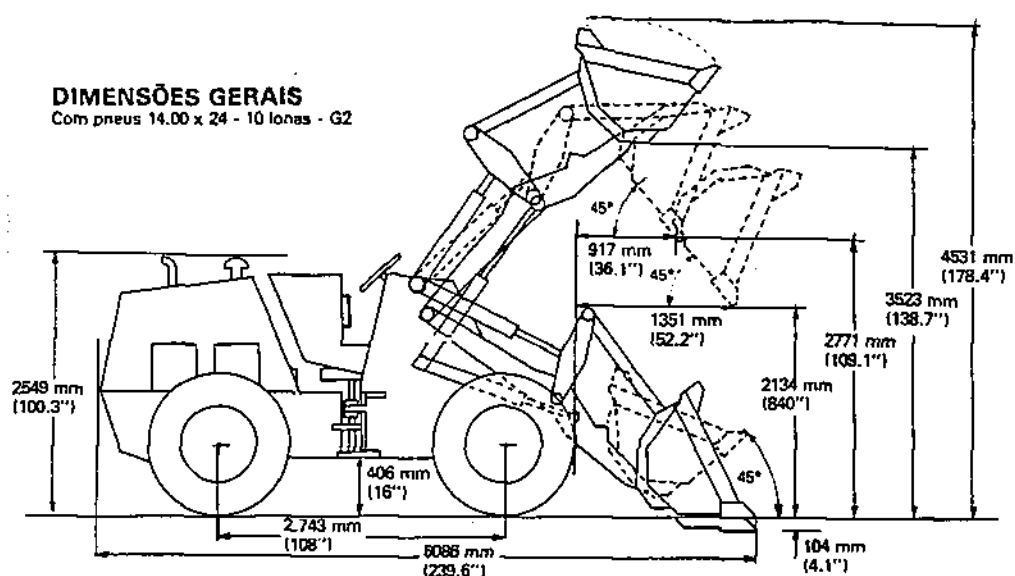


Figura 8 - Trator Escavo-Carregador Articulado.

Fonte: J.I. Case do Brasil e Cia.

(24).

d) Quando as vias de acesso não permitem o tráfego de veículos automotores, ou mesmo quando as administrações municipais dispõem de orçamentos limitados, o emprego de veículos movidos por tração animal (carroças) não deve ser desprezado. Em nosso País, são tradicionais as carroças construídas em madeiras, geralmente com duas ou quatro rodas de pneu, puxadas por cavalo ou burro.

As caçambas compactadoras, classificadas no item (ii), anterior, reduzem o volume dos resíduos e com isso asseguram capacidades nominais que variam de 5 até 12 toneladas de lixo. Por outro lado, as unidades compactadoras são mais seguras para o trabalho, evitam o derramamento de resíduos pelas vias públicas e, ao contrário das caçambas tipo

Baú, exigem menos esforço da guarnição. Os modelos construídos no Brasil são descritos a seguir.

a) Modelo Colecom - É fabricado em São Paulo pela Engesa-FNV e também pela Fruehauf do Brasil S.A. que, desde 1961, utiliza a patente original norte-americana da Wayne Works Export, de Richmond (Ver Figura 9).

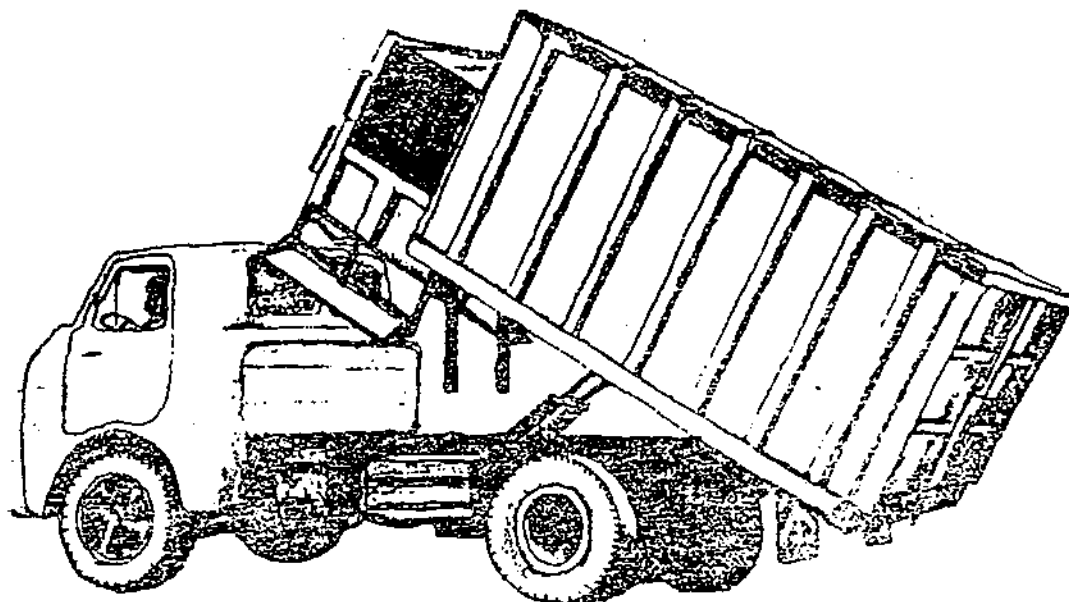


Figura 9 - Caminhão Compactador Modelo Colecom.

Fonte: Manual de Limpeza Pública

(23).

O carregamento desta unidade - que comporta de 8 a 12 m<sup>3</sup> - é lateral, através de duas janelas com bordas na altura de 1,50 m do solo, situadas na parte da carroceria junto da cabina e em cada um de seus lados. Sua principal vantagem é o preço, inferior em cerca de 40 a 50% em relação ao de outra unidade compactadora de igual capacidade. Como desvantagens é possível citar: em primeiro lugar, a dificuldade de esvaziamento de recipientes



maiores, o que exige a presença de um membro da guarnição no interior do compartimento de carga para auxiliar na operação, pondo em risco sua segurança. Em segundo lugar, cita-se a baixa velocidade de coleta, por dispor de apenas duas aberturas laterais para a descarga.

- b) Modelo Kuka - É originário de patente alemã, da Keller & Knappich, de Ausburg, sendo construído no Brasil por Máquinas Piratininga S.A., de São Paulo, desde 1963, com capacidades nominais de 8,4 e 15 m<sup>3</sup> (Ver Figura 10).

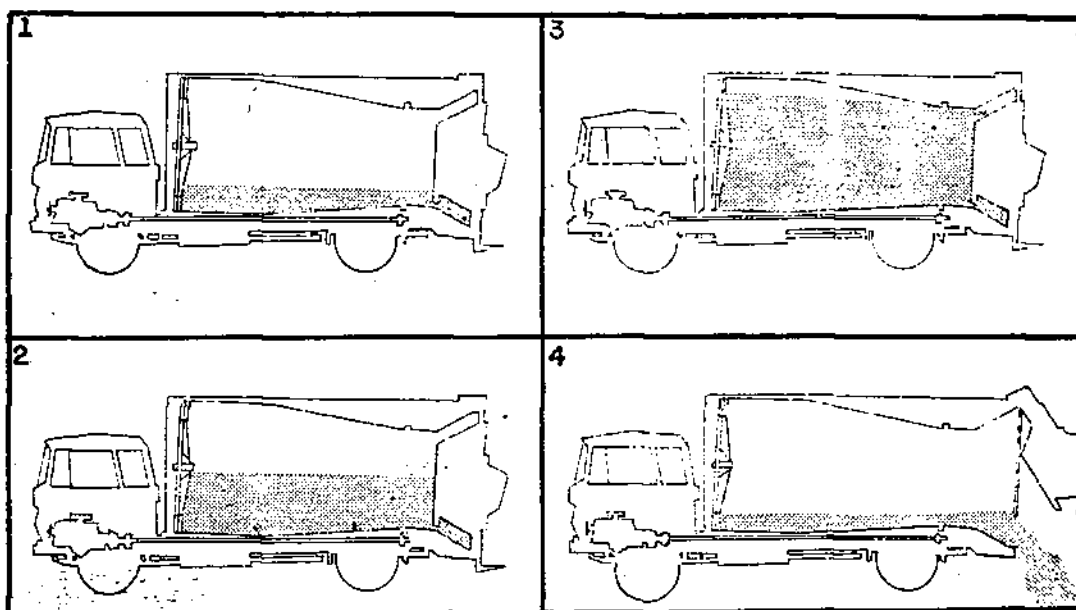


Figura 10 - Caminhão Compactador Modelo Kuka.

Fonte: Manual de Limpeza Pública

(23).

Essa unidade tem o carregamento feito pela traseira do veículo, a uma altura de 1,20 m do solo. O depósito onde o lixo é colocado consiste em um tambor giratório que, ao ser acionado, comprime os resíduos para o seu interior e o descarrega quando o sentido de rotação é in

verso. Entre as vantagens que apresenta estão a possibilidade de receber carga mesmo com o veículo em movimento, a facilidade de manutenção, a trituração e mistura dos resíduos e outras.

- c) Modelo Garwood (ou Modelo Load Packer) - Sua fabricação no Brasil é feita pela Usina Mecânica Carioca S.A. - USIMECA, do Rio de Janeiro, desde 1966, a partir de patente da Garwood Industrie, de Wayne, Michigan, EUA (Ver Figura 11).

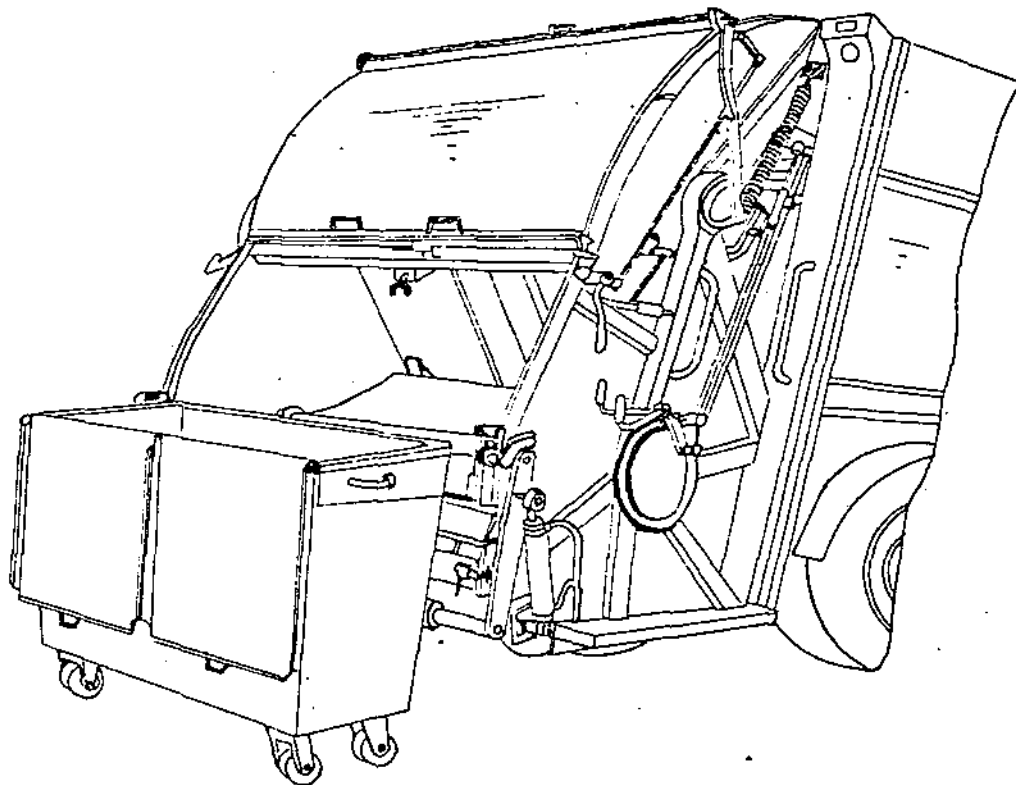


Figura 11 - Carroceria Modelo Garwood.

Fonte: Manual de Limpeza Pública (23).

A capacidade deste modelo varia de 11,1 a 18 m<sup>3</sup>. O carregamento é feito pela traseira do veículo, com altu

ra da borda de 0,90 a 1,00 m, em um compartimento da largura da carroceria. Deste compartimento os resíduos são conduzidos para o interior do depósito principal por intermédio de uma placa giratória, quando então outra placa, ao se deslocar em direção à cabina pela própria pressão do lixo, faz a sua compressão.

Seguramente, este modelo é o mais utilizado no Brasil. Isto se deve ao fato de ele possuir um compartimento que, sendo da largura da caçamba, permite o esvaziamento de até três recipientes ao mesmo tempo. Além disso, possui um dispositivo instalado em sua parte traseira, que possibilita bascular os resíduos contidos em recipientes padronizados (container simples, etc.) para o interior do seu depósito principal, e tem preço acessível.

- d) Modelo Sita 6000 - Com patente da Sociêté Industrielle de Transports Automobiles - SITA, da França, é fabricado no Brasil por Vega - Sopave S.A., de São Paulo, com capacidade nominais de 10,5; 12; 15; 17 e 20 m<sup>3</sup>. Sua boca de carga é traseira, de forma semicircular, da altura de 1,20 m acima do solo. Nela, os resíduos são transferidos para o interior do compartimento por um leme que os empurra contra um painel vertical e que se afasta no sentido da cabina do veículo, pela própria pressão do lixo, permitindo a sua compressão. Também é um modelo bastante usado no País. (Ver Figura 12).
- e) Modelo Vegalix - É fabricado e patenteado no Brasil por

- ① Pistão hidráulico telescópico de 3 ou 4 estágios de simples ação.
- ② Escudo ejetor.
- ③ Pistões de giro do leme.
- ④ Leme.

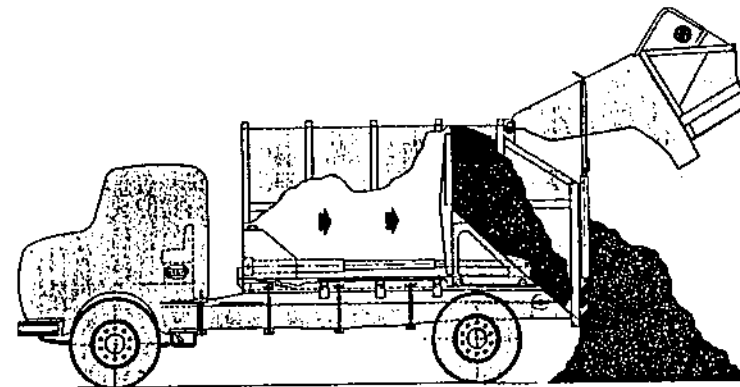
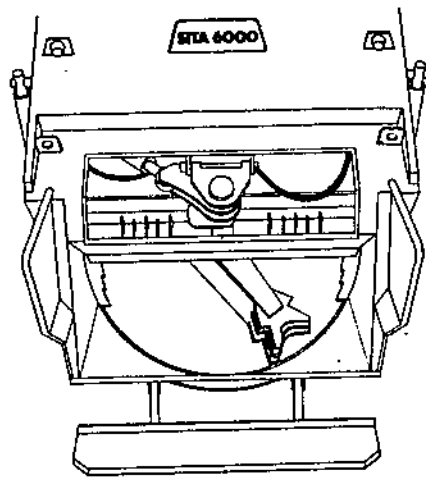
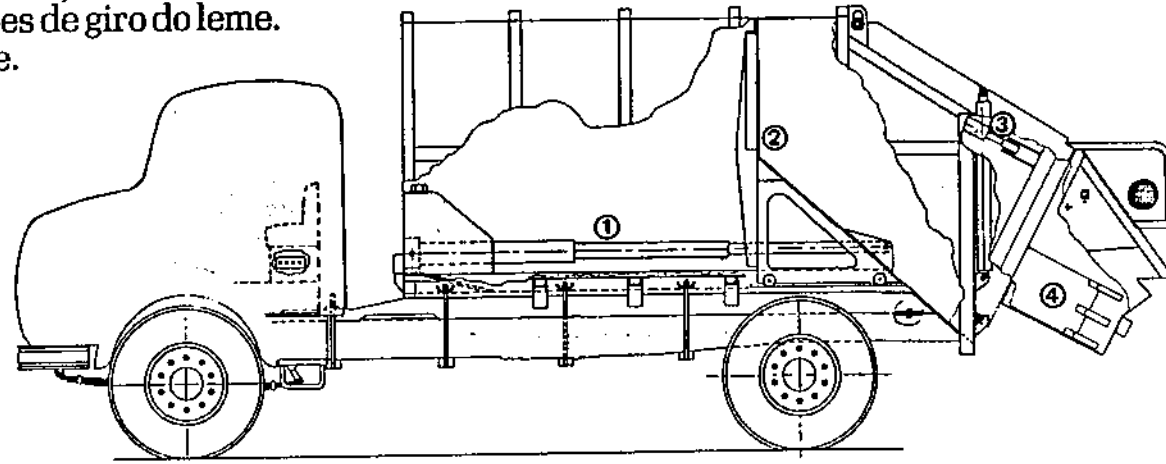


Figura 12 - Esquema de Funcionamento do Caminhão Compactador Modelo Sita 6000.

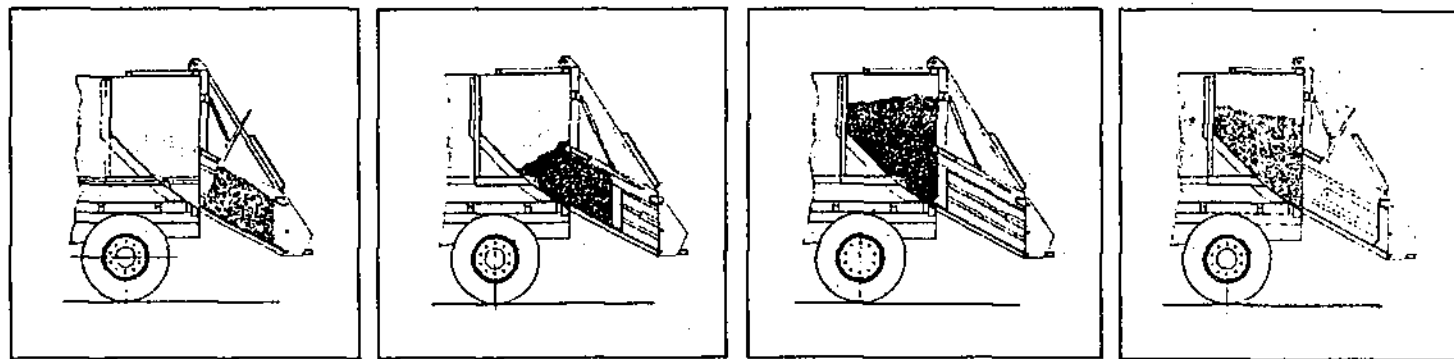
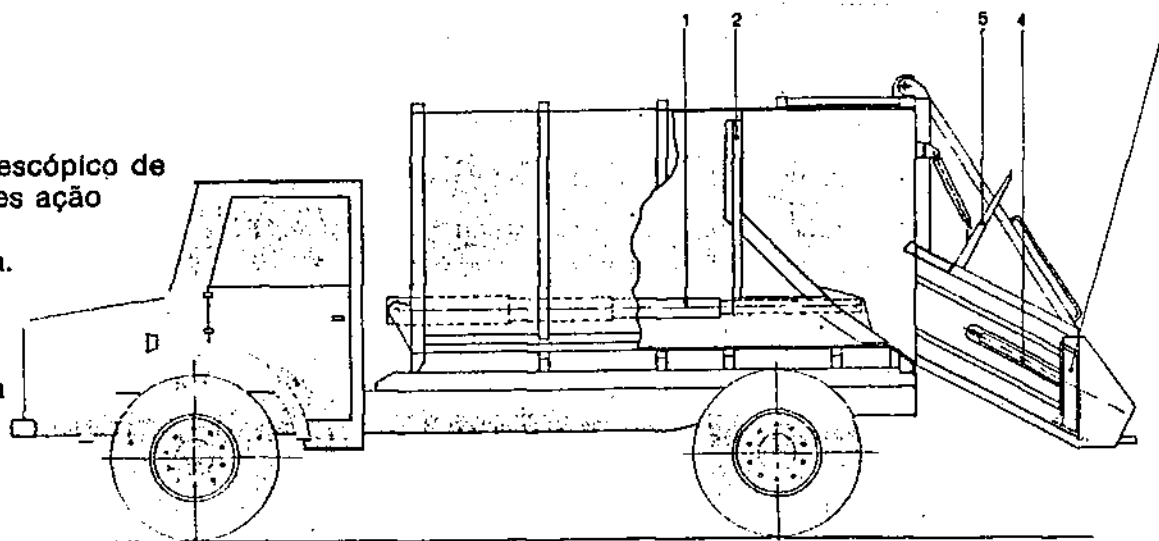
Fonte: Vega-Sopave S.A. (47).

Vega - Sopave S.A., de São Paulo. Tem capacidade nominal de 10 e 12 m<sup>3</sup>. Seu carregamento é feito pela traseira do veículo, em compartimento que está de 1,00 a 1,20 m do solo, de acordo com o tipo de chassi adotado. Neste modelo, o lixo depositado na boca de carga é empurrado para dentro da caçamba por intermédio de uma placa compactadora acionada por pistão, sendo comprimido ao ir de encontro a um painel injetor no interior do depósito.

Quando efetuada a descarga, a tampa traseira é aberta e suspensa para que o painel ejetor, acionado por um pistão telescópico de simples ação, evacue os resíduos contidos no compartimento, o que é realizado em 20 a 25 segundos (Ver Figura 13).

- f) **Modelo Vegamaster** - Este modelo (Ver Figura 14), construído por Vega - Sopave S.A., tem volume variável entre 10 e 18 m<sup>3</sup>. Ele também possui carregamento pela traseira do veículo, em compartimento situado de 1,00 a 1,20 m do chão. Nele o lixo é colocado em uma concha situada na boca de carga (tremonha) e, logo a seguir, em movimentos conjugados com a concha, a placa de compactação posiciona-se de modo a tornar possível a transferência de lixo da concha para o interior do coletor. Através de um movimento rotativo da placa compactadora, processa-se a transferência, produzindo uma alta compactação de lixo contra o painel ejetor. Finalmente, após o processo de transferência e compactação, a concha retorna à sua posição inicial, permitindo o reinício da operação. Todo esse pro

- 1 - Pistão hidráulico telescópico de 3 estágios de simples ação
- 2 - Escudo ejetor.
- 3 - Placa compactadora.
- 4 - Pistões de acionamento da placa compactadora.
- 5 - Tampa da tremonha de carga.



Quando a tremonha de carga estiver cheia, a um simples toque na alavanca inicia-se o ciclo automático de compactação do lixo, totalmente hidráulico, sem qualquer auxílio mecânico.

A placa compactadora empurra o lixo para o interior do coletor, ao mesmo tempo que uma tampa fecha a boca de carga, não permitindo o transbordo do lixo.

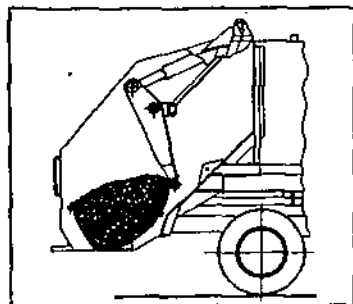
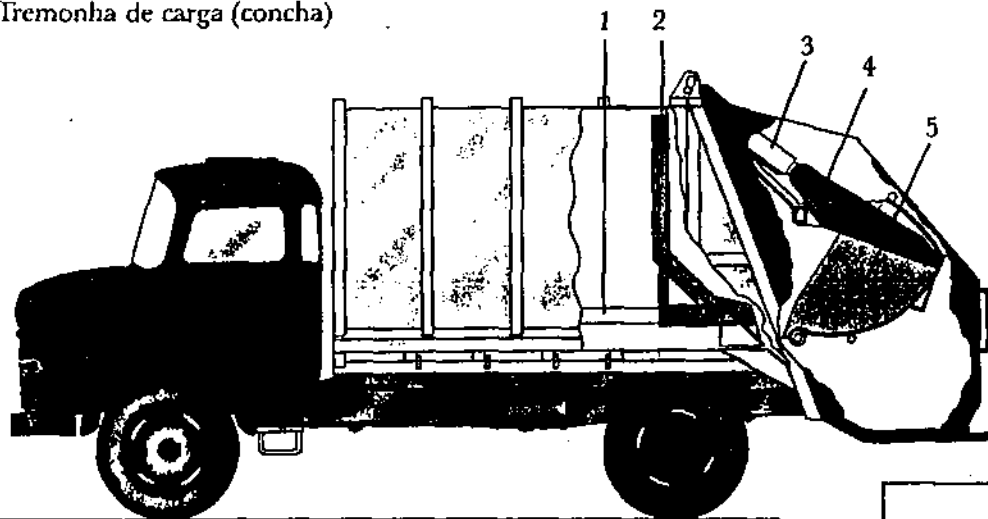
O lixo é comprimido pela placa compactadora contra o painel ejetor, num empuxo direto que permite uma carga homogênea.

O ciclo completo é realizado em segundos e pára automaticamente, dando início a uma nova carga.

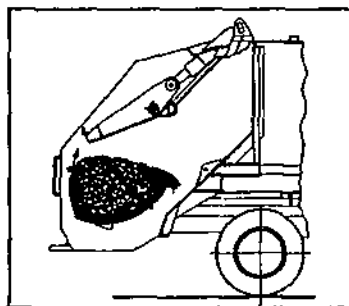
Figura 13 - Esquema de Funcionamento do Caminhão Compactador Modelo Vegalix.

Fonte: Vega-Sopave S.A. (48).

1. Pistão telescópico de 3 estágios de simples ação.
2. Painel ejetor.
3. Pistão de placa compactadora.
4. Placa compactadora.
5. Tremonha de carga (concha)



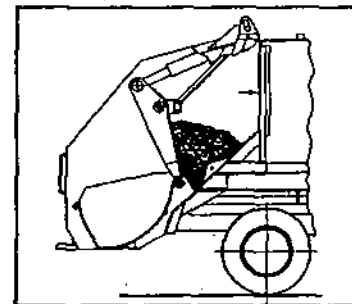
1. O lixo é depositado na tremonha de carga.



2. Em movimentos conjugados com a concha, a placa de compactação posiciona-se de maneira a permitir a transferência de lixo da concha para o interior do coletor.



3. Através de um movimento rotativo da placa compactadora, processa-se a transferência, produzindo uma alta compactação de lixo contra o painel ejetor.



4. Após o processo de transferência e compactação, a concha retorna à sua posição inicial, permitindo o reinício da operação. O ciclo completo de transferência e compactação processa-se em menos de 20 segundos.

Figura 14 - Esquema de Funcionamento do Caminhão Compactador Modelo Vegamaster.

Fonte: Vega-Sopave S.A. (49).

cesso ocorre em menos de meio minuto.

Os três modelos de coletores fabricados por VEGA - SOPAVE S.A. têm como opcional o dispositivo hidráulico para basculamento de containers. Este dispositivo opera com containers produzidos pela própria fábrica ou similares.

É válida, ainda, a observação de que existe um veículo auxiliar dos serviços de coleta, denominado de veículo com sucção. Ele é empregado para o recolhimento de resíduos não acondicionados ou presentes em terrenos baldios.

#### 1.5.5 - Varrição

Dentro da limpeza urbana a varrição tem por finalidade assegurar a higiene, a beleza e a conservação dos logradouros públicos. Deste modo, este serviço tem influência na saúde pública, na segurança dos pedestres e veículos e também no desenvolvimento do turismo de uma cidade.

A varrição pode ser executada, manual ou mecanicamente, por um ou vários trabalhadores. No primeiro caso, o(s) gari(s) - utilizando vassouras, pás, carrinhos, etc -, varre(m) e coleta(m) os resíduos dos logradouros públicos, acumulando-os em locais cuidadosamente pré-estabelecidos (geralmente, ao longo das sarjetas ou em caixas coletoras), de onde serão transportados, por veículos apropriados, até o local de tratamento e/ou destino final. A varrição mecânica, por sua vez, é executada por máquinas aspiradoras ou dotada



das de escovas e que, em operação, varrem, coletam e transportam os resíduos.

O horário e a frequência da varrição também são elementos ponderáveis neste tipo de serviço. Ambos resultam de planejamentos que, basicamente, devem considerar o volume do lixo produzido, a distância da zona de varrição ao local onde o lixo será depositado, etc. Por esta razão, tais elementos são bastante variáveis. O que, no entanto, não impede que a varrição seja classificada - quanto ao horário - em diurna e noturna e, quanto à frequência, em normal ou corrida (quando executada diariamente ou então de duas a três vezes por semana) e de conservação ou com repasse (quando acontece todos os dias durante mais de uma vez).

É importante ressaltar, ainda, que a velocidade de varrição também é importantíssima para o planejamento do serviço, embora esta seja difícil de ser determinada *a prio*ri. Para contornar tal situação, normalmente é recomendada a adoção dos seguintes parâmetros médios:

- para varrição manual: 1.500 a 2.000 m/pessoa.dia;
- para varrição mecânica: 6 a 8 km/hora.

#### 1.5.6 - Tratamento e/ou Destino final

O tratamento e/ou destino final constituem as últimas etapas do serviço de limpeza urbana e podem ser definidos como segue:

- i) **Tratamento:** é um processamento dos resíduos que, através do emprego de técnicas, equipamentos e instalações, visa melhorar a eficiência das outras fases e resultados sanitários. Ele permite não somente que se recuperem materiais, energia e produtos; mas também a redução ou eliminação dos efeitos nocivos ao homem ou ambiente;
- ii) **Destino ou disposição final:** é o lançamento dos resíduos, oriundos dos imóveis ou de um sistema de tratamento, em locais apropriados.

Convém notar que essas definições coexistem, ampliando ou restringindo sua respectiva importância segundo o objetivo dominante em cada caso. De qualquer modo, no entanto, a escolha do sistema a ser utilizado - pondo em evidência a importância de uma ou outra definição supramencionada - sempre deverá ser a resultante da análise dos fatores sanitário, técnico e econômico, considerados segundo cada local.

Obviamente, como tais fatores sofrem influências as mais diversas em cada cidade, as soluções nunca serão universais e nem uniformes. Isto impede que, *a priori*, soluções bem sucedidas em uma comunidade sejam aproveitadas em outras com diferentes condições.

Resumidamente, o tratamento e o destino final são etapas intimamente interligadas no serviço de limpeza pública. Em certos momentos, uma das fases pode ser mais preponderante que a outra; em outros, são equivalentes. Todavia é

relevante frisar que embora o tratamento reduza, transforme ou trate o lixo - deixando resíduos no solo, na água ou no ar -, ele não é e nem pode ser confundido com o destino final.

É boa conduta que o tratamento adequado dos resíduos ocorra ao longo de todas as fases do Sistema de Limpeza Urbana, desde o acondicionamento no local onde é originado até a disposição final.

De acordo com as referências bibliográficas (21, 27), o tratamento pode ser classificado em:

- a) manual;
- b) mecânico;
- c) térmico;
- d) biológico.

a) **Tratamento manual:** é a separação dos componentes do lixo por meio da catação feita manualmente.

b) **Tratamento mecânico:** é feito por meio de equipamentos específicos. Esse tipo de tratamento é feito, principalmente, por trituração, compactação e classificação de resíduos. A seguir são apresentadas considerações gerais sobre cada um dos tipos de tratamento mecânico, ou seja:

b.1) **Trituração** - consiste na divisão, redução, mistura e homogeneização dos resíduos, favorecendo em tratamento(s) posterior(es) ou na disposição final. Geralmente, conforme pode ser visto na Figura 15, é utilizada

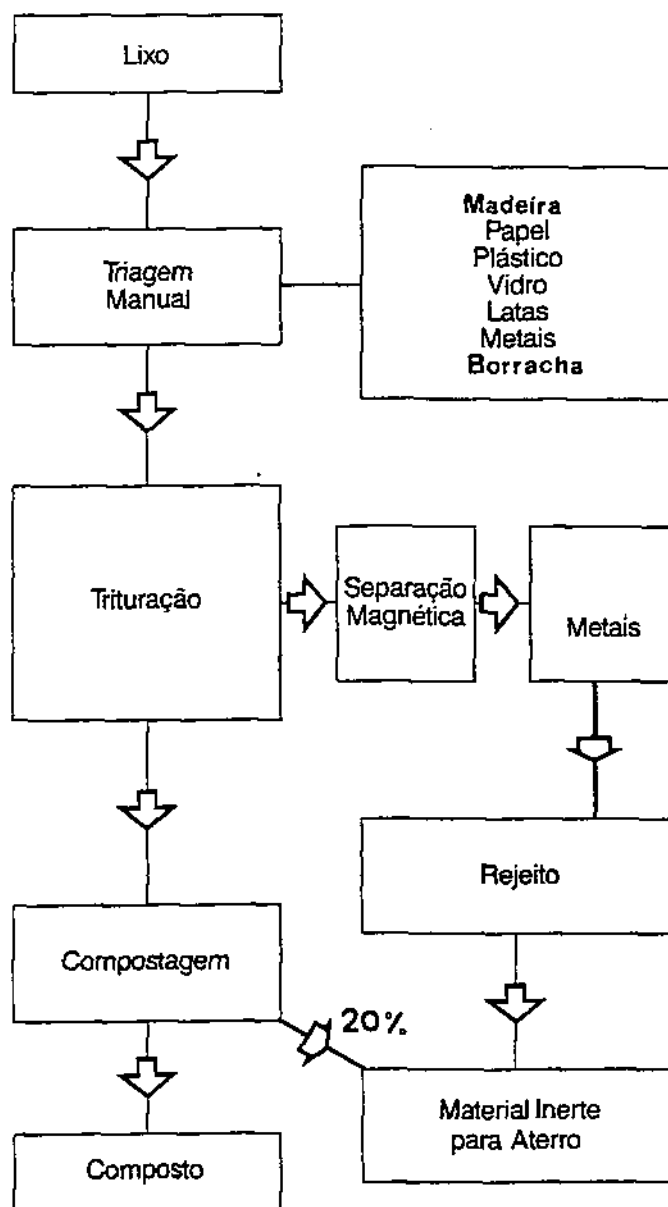
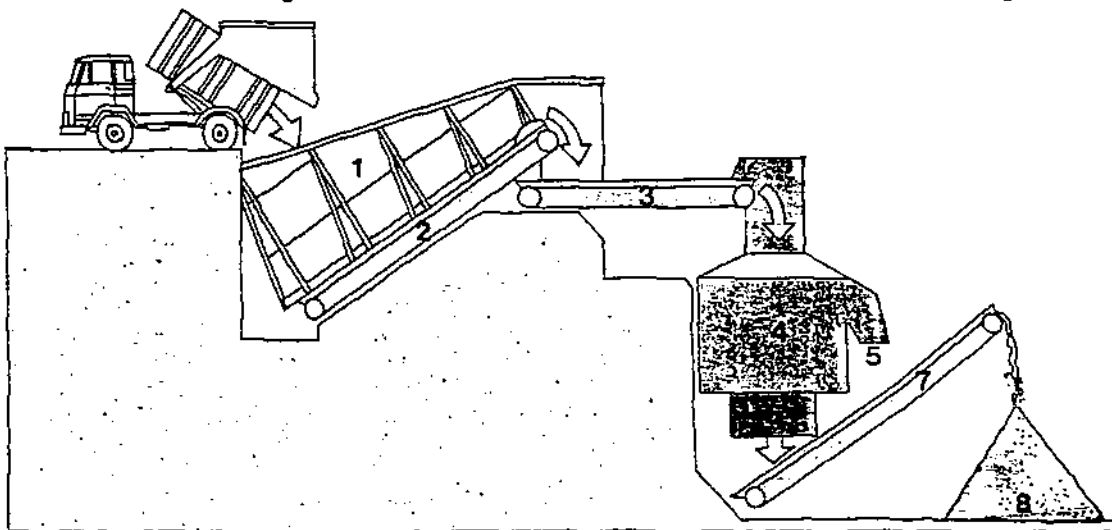


Figura 15 - Representação Esquemática dos Processos de Trituração e Destinação Final do Lixo.

como primeiro estágio para a incineração, pirólise, com postagem e aterros sanitários, que serão descritos posteriormente.

A trituração mais comum do lixo urbano é feita em moinhos e em trituradores que permitem uma redução imediata de aproximadamente 50% do volume inicial. Ademais, se o lixo triturado for submetido à compostagem, sofrerá ainda maior redução de volume e fornecerá como produto final uma terra humificada (composto) que pode ser utilizada como condicionador de solo. Nos aterros, por outro lado, a trituração do lixo favorece a não proliferação de moscas, ratos e urubus, além de evitar a ocorrência de incêndios, a emanação de odores fétidos e o espalhamento do lixo pelo vento (16).

A Figura 16 ilustra um sistema de trituração.



- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1 - Moega de recepção        | 5 - Saída de rejeitos        |
| 2 - Alimentador de taliscas  | 6 - Saída do moinho          |
| 3 - Transportador de triagem | 7 - Transportador de correia |
| 4 - Moinho                   | 8 - Leiras                   |

Figura 16 - Sistema de Trituração.

Fonte: Fábrica de Aço Paulista S.A. (16).

b.2) **Compactação** - é feita por meio de prensas que tanto podem ser de impacto quanto hidráulicas.

Este procedimento mecânico promove uma redução nos espaços vazios (cerca de 1/3 a 1/5 do volume inicial), adensando os resíduos, e por isso também é considerado um procedimento auxiliar no aterro sanitário. Por esta razão ele é utilizado com vantagens em regiões nas quais a disponibilidade de terra é reduzida, elevando o custo do aterro, porém permitindo um uso racional da área e o seu rápido aproveitamento para ou após a recuperação (2, 19).

b.3) **Classificação de resíduos** - é um processo através do qual a separação dos materiais presentes no lixo é feita por meio manual (catação em esteiras) ou mecânico (dispositivo magnético, movimentação de ar, etc.).

A Figura 17, a seguir, mostra um dispositivo para separar resíduos por meio da movimentação de ar.

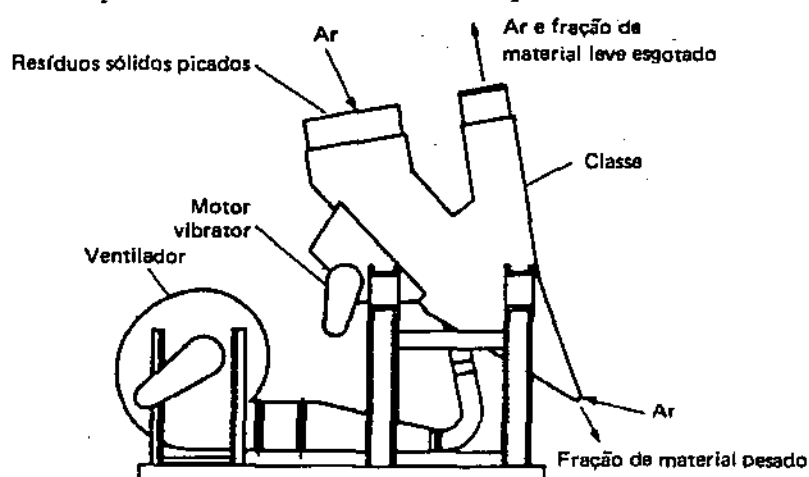


Figura 17 - Dispositivo para a Separação de Resíduos Através da Movimentação do Ar.

Fonte: Engenharia do Saneamento Ambiental (27).

Em geral, como a classificação decorre de algum interesse econômico, biológico ou térmico - por meio do qual é assegurada a reutilização de alguns materiais ou mesmo a boa performance de um tratamento -, é indispensável que sejam implantadas as centrais de classificação, também denominadas de usinas de reciclagem, de recuperação ou de beneficiamento do lixo.

c) Tratamento térmico: utiliza a elevação da temperatura para causar a combustão ou a decomposição do lixo, respectivamente. O exemplo do primeiro caso é a incineração, e do segundo, pirólise. Ambos os processos são descritos a seguir.

c.1) Incineração - é a queima do lixo em fornos apropriados (incineradores), reduzindo-o em seu peso e volume iniciais e transformando-o em material inerte. Pode ser vista também como sendo a conversão dos resíduos de quaisquer espécies em dióxido de carbono ( $CO_2$ ), outros gases e água (12).

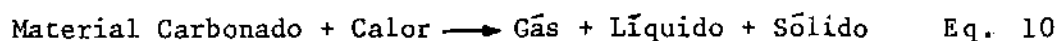
A incineração, embora com um investimento inicial de alto custo, tem entre suas vantagens as seguintes: i) redução dos resíduos urbanos para cerca de 10 a 15% da massa inicial; (ii) utilização em regiões que não dispõem de área suficiente para a implantação de aterro sanitário; (iii) transformação dos resíduos em energia (por exemplo, sob a forma de vapor); e (iv) permite que os incineradores, por não exigirem grandes áreas em sua instalação, sejam alojados em hospitais,

restaurantes, aeroportos e outros locais convenientes (12, 21).

As Figuras 18 e 19, a seguir, ilustram o tratamento dos resíduos por incineração.

É conveniente salientar que a incineração é vista, simultaneamente, como sendo um tipo de tratamento e de des tinação final do lixo.

c.2) **Pirólise** - fundamentalmente, é a decomposição térmica de compostos orgânicos em recipientes com atmosfera in terior sob pressão, além de pobre ou isenta de oxigê nio livre. O procedimento pode ser representado por (2, 12):



Cada um dos produtos obtidos depende, de modo ge ral, da temperatura de decomposição, do tipo de mate rial a ser tratado, da estrutura química, granulome tria dos resíduos, etc.

Apresentam-se como hidrogênio ( $H_2$ ), metano ( $CH_4$ ) e monóxido de carbono (CO), quando sob a forma gasosa. Na forma líquida constituem hidrocarbonetos, álcoois e ácidos orgânicos de elevada densidade e baixo teor de enxofre; e, no estado sólido, aparecem como carbono quase puro, material inerte e outros (30).

A Figura 20, a seguir, é a de um reator cujo funcio namento se dá por pirólise, conhecido como Sistema Purox.



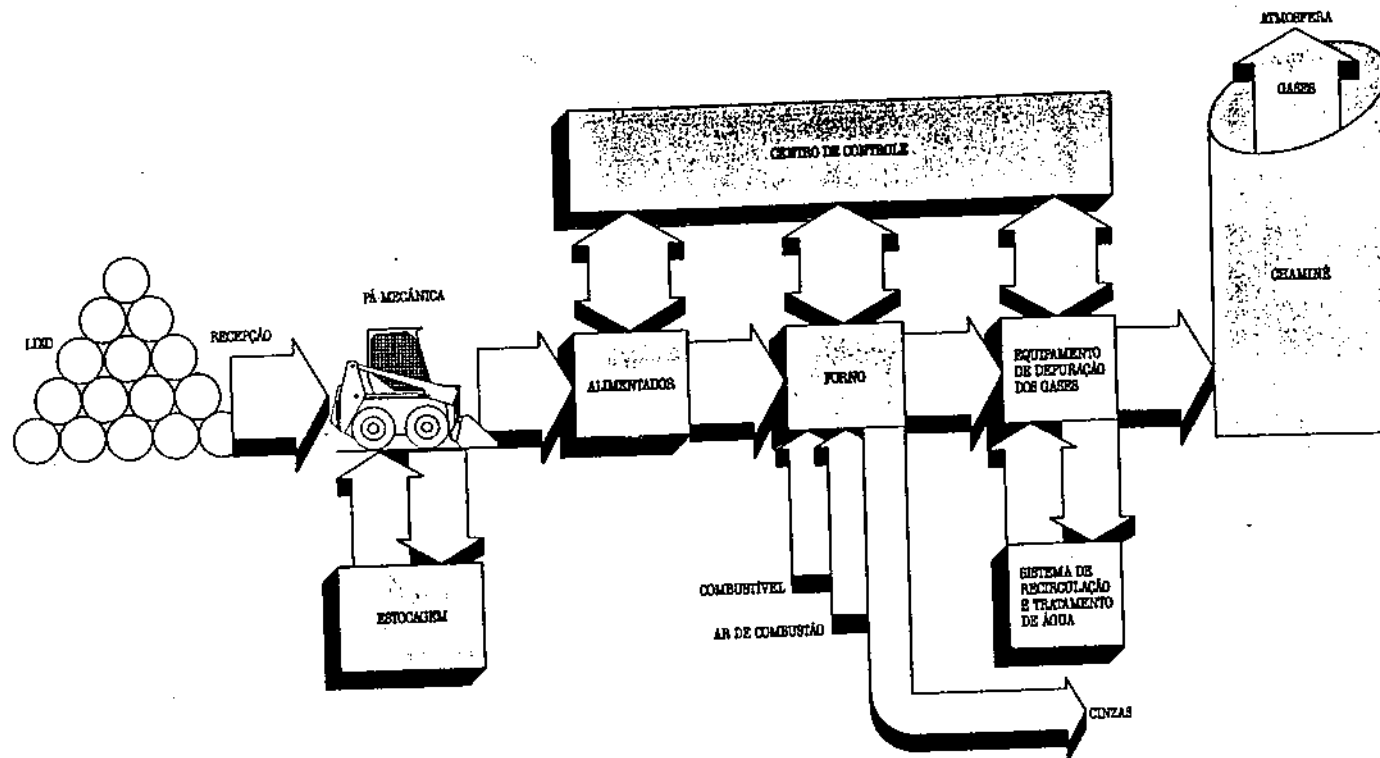
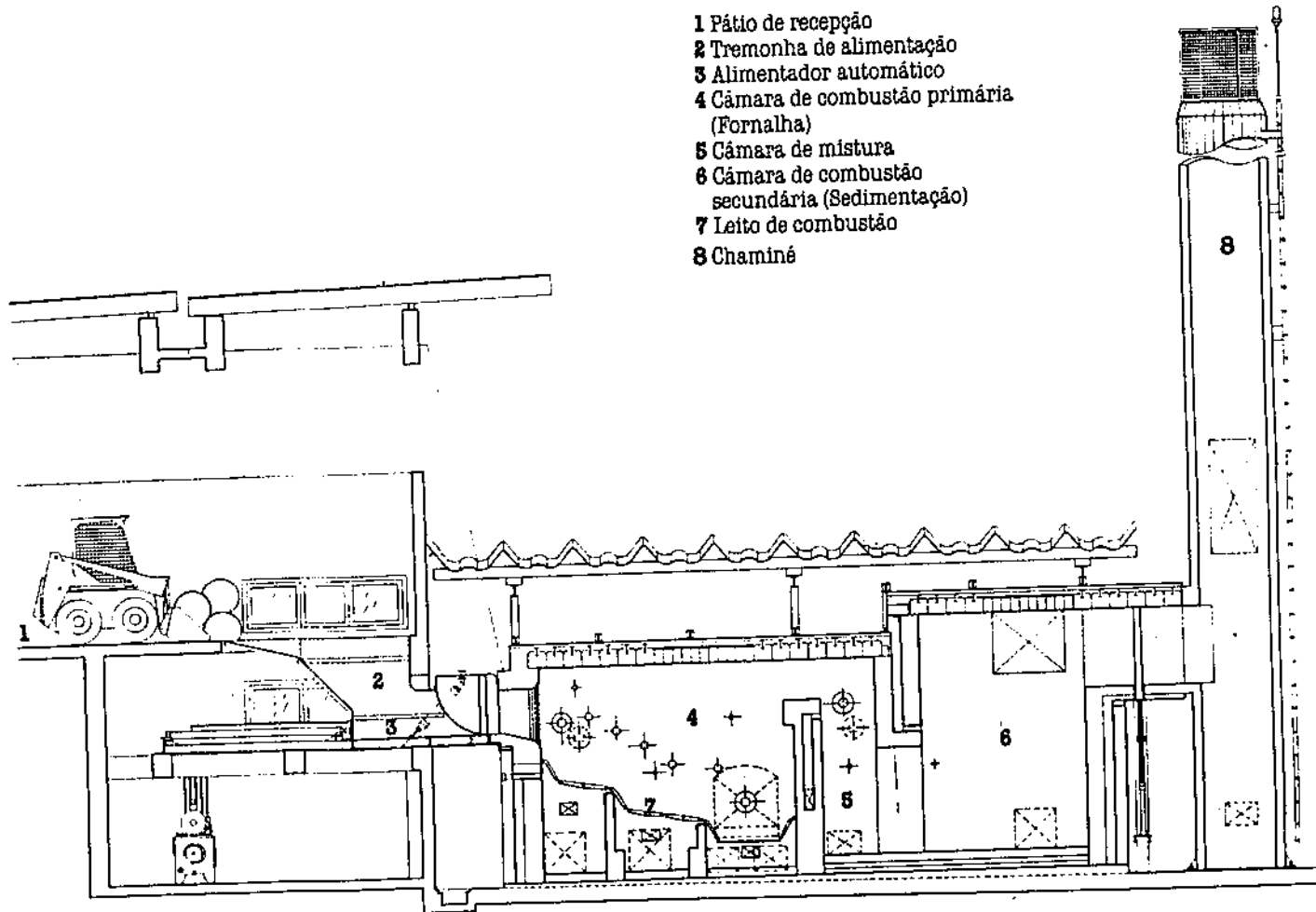


Figura 18 - Fluxograma de uma Operação de Incineração.

Fonte: Kompac Engenharia Indústria e Comércio Ltda. (25).



- 1 Pátio de recepção
- 2 Tremonha de alimentação
- 3 Alimentador automático
- 4 Câmara de combustão primária  
(Fornalha)
- 5 Câmara de mistura
- 6 Câmara de combustão  
secundária (Sedimentação)
- 7 Leito de combustão
- 8 Chaminé

Figura 19 - Corte Longitudinal de uma Usina de Incineração de Lixo.

Fonte: Kompac Engenharia Indústria e Comércio Ltda. (25).

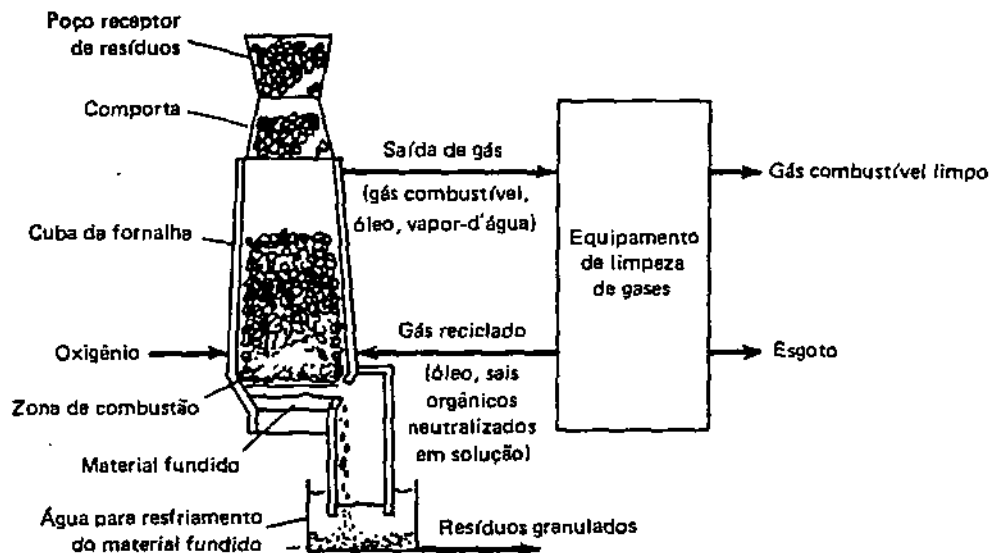


Figura 20 - Seção Transversal de um Reator por Pirólise.

Fonte: Engenharia do Saneamento Ambiental (27).

Neste sistema, como se pode observar, o oxigênio puro é introduzido na zona de combustão do recipiente, situada em sua parte inferior, onde reage com o resíduo do carvão provocando a pirólise. Com a elevação da temperatura, materiais como o vidro e os metais, por exemplo, fundem-se e vertem para um tanque onde são resfriados pela água que ali existe, sendo então convertidos em material granular (27).

Os materiais orgânicos, por sua vez, são pirolizados, produzindo cinzas e uma mistura de gases que deixa a fornalha sob a forma de vapores de água e óleo resultantes

da condensação dos materiais orgânicos (27).

Ao passar pelo equipamento de limpeza de gases a mistura deixa de conter a cinza e o material oleoso, o que resulta em um gás limpo e altamente combustível (27).

Convém lembrar que a pirólise, até o presente momento, tem apresentado resultados satisfatórios somente quando realizada em instalações de escala reduzida. Operando em instalações de grande porte ainda não foi obtido sucesso, o que se deve, certamente, ao caráter heterogêneo do lixo, que exige uma flexibilidade ainda não obtida pelo sistema.

Pelo exposto, pode-se afirmar que a pirólise ainda se encontra em um estágio experimental; exceção feita para as instalações a nível industrial que operam com resíduos específicos e assim garantem bons resultados.

d) Tratamento biológico: é a decomposição ou transformação da fração orgânica contida no lixo - segundo a disponibilidade de oxigênio livre e outras condições ambientais -, por ação de microrganismos aeróbios, anaeróbios e facultativos. Estes microrganismos são, respectivamente, aqueles que vivem em presença, ausência de oxigênio livre ou, indiferentemente, nas duas condições ambientais (21).

Dependendo do tipo de tratamento biológico este poderã gerar produtos importantes como o **composto orgânico** (conhecido ainda como adubo orgânico, para uso agrícola) e o **metano** (também chamado biogás ou gás bioquímico). Para tanto existem, respectivamente, os processos de compostagem e

digestão aneróbia (que acontece em **aterros sanitários** e nos dispositivos denominados **biodigestores anaeróbios**, por exemplo).

d.1) **Compostagem** - consiste na decomposição biológica da matéria orgânica dos resíduos sólidos, resultando em um produto reconcondicionador do solo, denominado composto orgânico ou simplesmente composto.

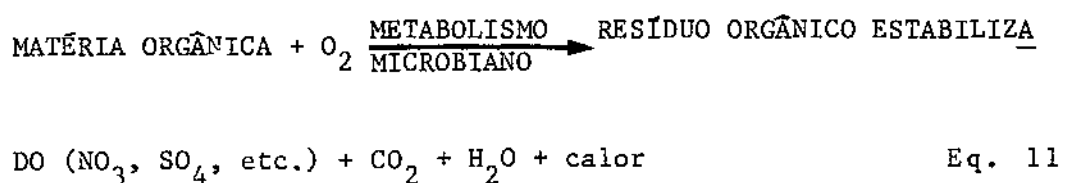
Dentro de uma concepção moderna a compostagem é definida como um processo biológico aeróbio de estabilização e humificação de resíduos orgânicos, desenvolvidas em duas fases: a primeira termofílica de degradação ativa e a segunda de maturação ou cura (35). Na primeira fase ocorre a estabilização imediata dos compostos orgânicos solúveis e a sanitização (isenção de patogênicos) do material. Na segunda ocorrem as reações bioquímicas e formação do composto orgânico propriamente dito (34).

Embora a compostagem possa ser realizada por vãrios métodos, seu princípio básico é o seguinte: preliminarmente, são retirados do lixo os materiais inertes ou não suscetíveis à decomposição biológica (geralmente passíveis de comercialização). Com isto resta a matéria orgânica, que após tratamento conveniente (seleção e trituração) é compostada. Nesta fase o material ficará submetido a condições ambientais aeróbias controladas, as quais influirão decisivamente na ação dos microrganismos presentes. Dentre os principais fatores

que influenciam no processo tem-se: o teor de oxigênio, teor de umidade, pH, a relação carbono-nitrogênio (C/N), temperatura e tamanho das partículas (35, 46).

Dentro dos métodos tradicionais para a obtenção do composto, em condições aeróbias, o material a ser tratado é montado em leiras, onde passa a sofrer reviramentos periódicos até se estabilizar. Isso ocorre em torno de 90 a 120 dias (36, 37) quando a matéria tratada tem a cor negra, baixa relação C/N (1:10 a 1:15) e elevado grau de humificação (35, 38).

Sob condições aeróbias o processo de compostagem é favorecido pela ação de bactérias e outros microrganismos aeróbios e facultativos, que oxidam a matéria orgânica produzindo, principalmente, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> e calor suficiente para eliminar microrganismos patogênicos. Isto pode ser representado por:



Em tais condições, as diferentes fases do processo podem ser controladas por meio de dois indicadores que são: a temperatura (55 - 60°C), o teor de umidade (40 a 60%) (35, 37, 46).

A decomposição aeróbia caracteriza-se por ser rãpida, eficiente na eliminação de patogênicos e higiênica (não exala mau cheiro), sendo produtiva para a com

postagem. Por estas razões, os processos industriais modernos de compostagem são todos aeróbios e, de um modo geral, permitem a obtenção de um percentual em peso de composto orgânico entre 35 e 45% do lixo bruto inicialmente processado (2, 21, 35).

Entre os principais processos existentes estão (12):

- Processo DANO;
- Processo Dumfries;
- Processo Bangalore;
- Processo ECOBRÁS;
- Processo Indore;
- Processo Jersey;
- Processo Earp Thomas;
- Processo Triga;
- Processo Triga-Biotank;
- Processo Van Mannen;
- Processo Metrowaste;
- Processo Prat;
- Processo Calis;
- Processo Bühler;
- Processo Fairfield-Hardy;
- Processo Nusoil;
- Processo Kneer;
- Processo de leiras;
- Processo Caspari;
- Processo Fermascreen;
- Processo Carrel-Fouchet-Languespin;

- Processo Luchaire;
- Processo de ODA (Omnium D'Assainissement);
- Processo Beccari e
- Processo Sanurb.

A opção por qualquer um dos processos anteriormente mencionados deve considerar a característica do resíduo, a área disponível, localização, custo do investimento, custo de operação, mercado para os subprodutos e técnica sanitária.

Quanto ao destino ou disposição final do lixo, são aqui apresentados, apenas alguns comentários, a saber:

O ar, a água e o solo são os ambientes nos quais os resíduos sólidos, líquidos ou gasosos encontram o seu destino final. No caso particular dos resíduos sólidos, modernamente, abandona-se a utilização de cursos d'água, estuários ou mares como seus depósitos, em razão do desequilíbrio ecológico e dos inúmeros problemas sanitários que são produzidos. Também se considera como inadmissível, entre outras práticas, o emprego do lixo *in natura* na alimentação de animais. Deste modo, o solo, utilizado sempre adequadamente, se constitui no principal lugar para o destino final de tais resíduos. A técnica comumente empregada no seu manejo é a do enterramento, feito através de *aterros controlados* ou *aterros sanitários*.

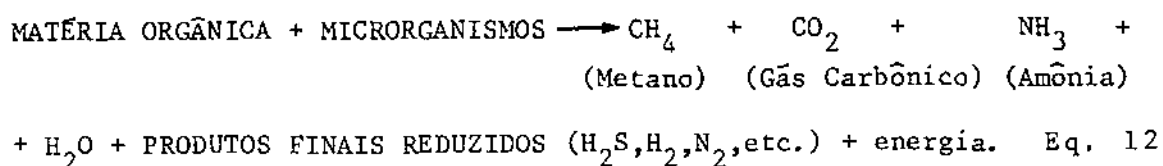
Segundo a American Society of Civil Engineers - ASCE (21), os aterros controlado e sanitário são definidos dos



seguintes modos:

- (i) "Aterro controlado consiste no recobrimento diário da camada de lixo com terra em uma espessura de 15 a 20 cm, seguindo-se das obras de drenagem pluvial e emissão de gases".
- (ii) "Aterro sanitário é uma técnica para disposição de lixo no solo sem causar prejuízo ao meio ambiente e sem causar moléstia ou perigo para a saúde e segurança pública, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar o lixo na área menor possível, reduzindo o seu volume ao mínimo praticável, e para cobrir o lixo assim depositado com uma capa de terra com a frequência necessária, mas pelo menos ao fim de cada jornada".

Conforme pode ser observado na definição anterior, o aterro sanitário é, simultaneamente, uma forma de disposição final dos resíduos sólidos e um tipo de tratamento. Isto se explica porque o lixo quando coberto - geralmente com terra ou outro material inerte -, decompõe em condições anaeróbias a sua fração orgânica. Em termos gerais esta decomposição pode ser representada pela seguinte equação (12, 14, 29):



Ademais, dentre as técnicas empregadas para a destinação final de resíduos sólidos, o aterro sanitário se mostra como uma solução prática e econômica. Serve também para recuperar áreas inaproveitadas que, após os cuidados convenientes, poderão ser destinadas à recreação e práticas esportivas da comunidade, com a conseqüente valorização imobiliária do local. Apresenta, ainda, a possibilidade de aproveitamento do metano como um combustível alternativo gerado pela decomposição anaeróbia do lixo.

Sob o ponto de vista ambiental vale notar que, no aterro sanitário, a decomposição dos resíduos, aliada a sua lixiviação pelas águas pluviais ou de outras fontes, dá origem ao líquido de coloração escura e odor desagradável, comumente denominado *chorume* ou *sumeiro* (DBO<sup>[2]</sup> da ordem de 19.000 mg/l) (12). Este líquido, de elevado potencial poluidor, arrasta consigo produtos da decomposição, substâncias quimicamente ativas e microrganismos, contaminando, por longas distâncias, o solo ou lençóis freáticos. Isto torna claro a importância da análise do solo, de seu perfil hidrogeológico e de outros fatores na escolha do local destinado para o aterro sanitário; bem como a necessidade de utilização de tratamentos adequados do *chorume*, entre os quais destacam-se os **biodigestores anaeróbios** e as **lagoas de estabilização**.

[2]DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é um padrão empregado para avaliar o grau de poluição de resíduos orgânicos. Deste modo ela mede a quantidade, geralmente expressa em miligramas por litro, de oxigênio utilizada pelas bactérias para oxidar bioquimicamente a matéria orgânica, num determinado período de tempo.

Com relação ao solo, o ideal é que, para a execução de aterros sanitários, ele possua uma mistura equilibrada de argila (25%), areia (50%) e silte (25%) (25). Outrossim, o solo deve ser de baixa permeabilidade, dificultando a passagem de *chomure* para o sub-solo; além de, preferencialmente, apresentar características topográficas com depressões naturais ou resultantes da ação do homem.

O levantamento do perfil hidrogeológico é de fundamental importância para o conhecimento das características do lençol freático, já que este é o lençol mais facilmente poluído, por se encontrar próximo à superfície do terreno. Obviamente, para evitar a contaminação, é aconselhável que o nível estático de equilíbrio, que define o lençol freático, deva estar, em terrenos sedimentares, a mais de 1,50 m de profundidade (12, 23).

Entre os demais fatores a serem analisados na escolha do local para o aterro estão, principalmente, o levantamento das condições climáticas, a dimensão da área disponível e sua distância aos centros produtores de lixo. Os tipos e as condições de acesso, a proximidade ou não de residências e outras edificações, a disponibilidade de serviços públicos (como água, luz, telefone, etc.), a facilidade de esgotamento das águas pluviais e até mesmo a direção dos ventos também são fatores que devem ser considerados na implantação de um aterro sanitário (23).

Após a escolha da área é elaborado o projeto para o aterro sanitário. Nesta fase, novas informações ajudam a

orientar a concepção geral do aterro e, também, o seu projeto executivo. São fundamentais, portanto, informações sobre a população; quantidade e características dos resíduos; eventuais projetos urbanísticos previstos para a região; tipo, capacidade, quantidade e sistema de descarga dos veículos disponíveis para a operação, bem como várias outras informações complementares (23).

O tratamento do *chomure* por digestão anaeróbia é feito em unidades convencionais denominadas **biodigestores anaeróbios**.

Os **biodigestores anaeróbios** são dispositivos capazes de transformar a matéria orgânica em metano, gás carbônico e outros produtos finais, pela ação de bactérias e outros microrganismos anaeróbios e facultativos (12).

A Figura 21 ilustra uma instalação de biodigestão anaeróbia bastante simples.

Nestes dispositivos os microrganismos produzem, principalmente, metano (gás de elevado poder calorífico:  $8.900 \text{ Kcal/m}^3$ ) e como subproduto uma massa digerida rica em nutrientes que, reduzido o seu teor de umidade a cerca de 40%, pode ser utilizada como um composto (adubo orgânico ou biofertilizante) para uso agrícola (21).

Este tipo de tratamento exige algumas condições necessárias para o seu bom funcionamento. Entre as principais condições estão: a manutenção de valores adequados de pH (que deve ser mantido entre 6,8 e 7,3) e temperatura; a pre

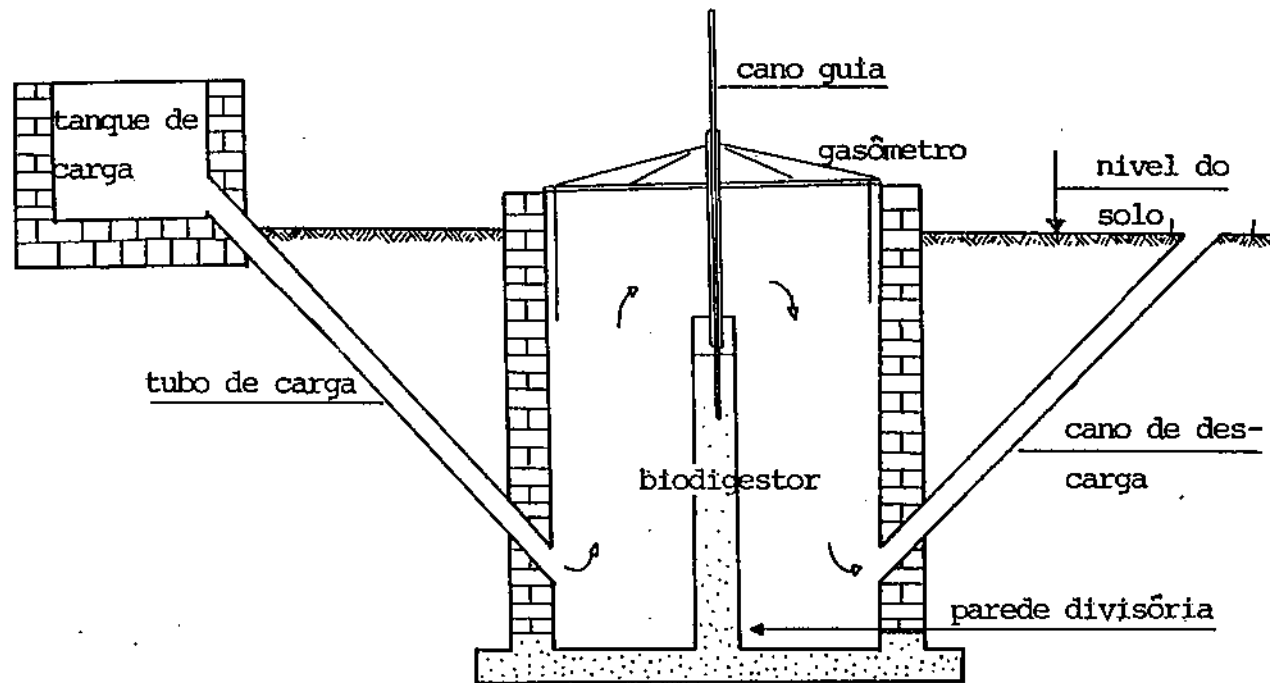


Figura 21 - Instalação Típica de um Biodigestor.

Fonte: Biogás: Um Projeto de Saneamento Urbano (29).

sença de nutrientes (como o nitrogênio e o fósforo, por exemplo); a realização da agitação do material a ser digerido; a ausência de elementos tóxicos (como por exemplo: o oxigênio e os metais alcalinos) e outras (12). Trata-se de um tratamento mais lento, que apresenta umidade excessiva, dissipa pouco calor e exala mau cheiro, o que acaba se constituindo em uma das limitações fundamentais do processo. O composto que dele resulta é mais alcalino que o obtido no processo aeróbio, além de apresentar um menor teor de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) (21).

O tratamento de *chomure* por lagoas de estabilização é mais eficiente, apresenta maior flexibilidade, além de ser menos vulnerável às variações de carga e qualidade do afluente.

As lagoas de estabilização são tanques nos quais a matéria orgânica existente em um corpo líquido é estabilizada biologicamente, principalmente, pela ação simbiótica entre bactérias e algas.

A forma predominante da atividade microbiológica, pela qual se dá a estabilização da matéria orgânica, permite classificar as lagoas em: anaeróbias, facultativas, estritamente aeróbias e de maturação (39).

A escolha de um dos tipos citados depende das condições locais que, às vezes, tornam até mais conveniente o uso de lagoas em série (uma anaeróbia seguida de uma facultativa, por exemplo) para assegurar uma excelente eficiência

cia do tratamento. Contudo, nos casos mais gerais, a eficiência é garantida pelo emprego da lagoa facultativa, embora seja precedida de um tratamento anaeróbio (39).

Esta eficiência, por sua vez, pode ser medida pela comparação entre as características do afluente e do efluente da lagoa (12). Para tanto, deve-se considerar que, antes de efluir, a matéria em tratamento deve ficar retida na lagoa por um determinado período de tempo, que varia em função do volume e da DBO do tipo de esgoto ou água residuária sob tratamento (12).

É oportuno lembrar ainda que as lagoas de estabilização são de eficiência elevada, têm baixo custo de construção e apresentam operação e manutenção fáceis e econômicas quando comparadas com a maioria dos processos convencionais de tratamento de esgotos (12).

A partir do que foi exposto até aqui pode-se, então, definir o método de operação para o aterramento do lixo (método da trincheira, área, rampa ou suas combinações), além de serem elaborados os projetos mais necessários (como por exemplo: projeto das instalações de infra-estrutura de apoio operacional, projeto de drenagem de líquidos, projeto de tratamento dos líquidos percolados, projeto de drenagem de gases, etc.).

A seguir, de acordo com a bibliografia especializada (23, 43), apresenta-se uma breve descrição dos métodos usualmente empregados em aterros sanitários, a saber:

- i) Método da Trincheira ou Vala;
- ii) Método da Rampa ou Escavação Progressiva e;
- iii) Método da Área.

i) **Método da trincheira ou vala** - é comumente utilizado em terrenos planos ou com declividade suave e onde o lençol freático não está próximo à superfície (pelo menos 3 metros abaixo do fundo da vala).

Inicialmente, escava-se uma trincheira com dimensões adequadas e que permita formar um talude de 3:1 (1ê-se:três para um e, Horizontal:Vertical) na frente de trabalho, mas que seja de 2:1, no máximo, ao final do mesmo.

Em geral, as dimensões adotadas para permitir o recebimento diário da quantidade de lixo, e também a operação da maquinaria no interior das trincheiras, são: 2 a 3 metros de profundidade; largura entre 1,5 a 2 vezes a largura do trator (ou outro equipamento qualquer) destinado a operar na escavação e, comprimento variável entre 30 a 120 metros (27).

O material removido da escavação é estocado em um dos lados da trincheira, de modo a permitir que a operação de descarga dos caminhões seja feita pelo lado oposto. Tal descarga é feita no pé do talude quando, então, os resíduos - com o trator operando de baixo para cima - são espalhados em camadas de 50 a 60 cm de espessura e, posteriormente, compactados por meio de 3 a 5 passadas do trator.

Sucessivas camadas de resíduos são sobrepostas ao



longo do dia, obedecendo sempre os procedimentos já descritos, desde o recebimento até a compactação. Ao final da jornada de trabalho o lixo é coberto com o material removido da escavação, numa espessura de 20 a 30 cm, originando a denominada *célula*<sup>[3]</sup> (27). Quando esgotada a capacidade total de recebimento da trincheira é recomendado que, 60 dias após o último recobrimento, seja aplicada uma camada final de solo com 60 cm, aproximadamente. Assim, uma segunda trincheira é aberta a uma distância mínima de 1 metro da anterior e situada paralelamente, a fim de propiciar um aproveitamento máximo do terreno.

Neste método, como também nos seguintes, é admissível a superposição de várias camadas de células, mudando a topografia do aterro para além de um nível plano. Para tanto, basta que certas considerações técnicas sejam observadas e/ou justifiquem tal mudança.

A Figura 22 apresenta este tipo de aterro.

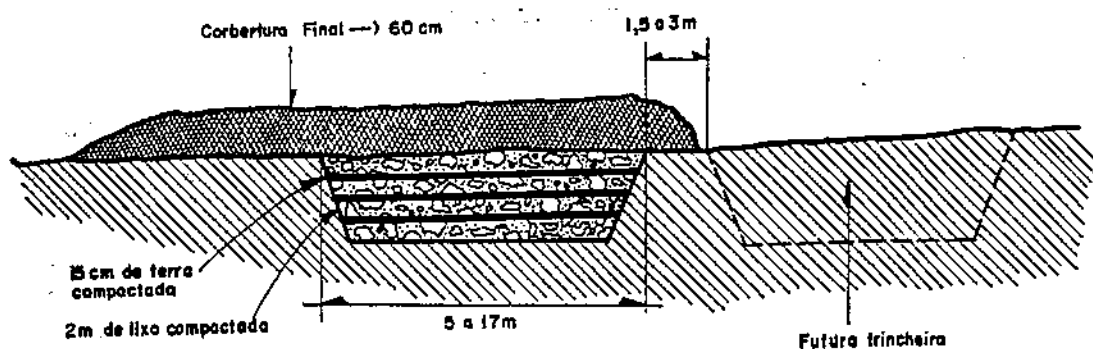


Figura 22 - Aterro Sanitário: Método da Trincheira ou Vala.

Fonte: Manual de Limpeza Pública (23).

[3] Célula é o conjunto constituído por resíduos sólidos compactados e material de cobertura, formando um leito parcial completo de um aterro sanitário.

ii) **Método da rampa ou escavação progressiva** - é indicado quando a área a ser aterrada é plana e seca, com boa disponibilidade de material para cobertura. Sua aplicação também depende da profundidade do lençol freático.

O preparo da área, neste caso, necessita, inicialmente, que seja feito um serviço de terraplenagem, com cortes e/ou aterros (12) nas dimensões estabelecidas segundo a quantidade de lixo a ser depositada. Desse modo, dos cortes e/ou aterros surgirão rampas situadas abaixo ou acima do nível do terreno, respectivamente. Tais rampas, como no caso anterior, devem formar taludes de 3:1 durante o espalhamento do lixo e de 2:1 ao final do trabalho.

A estocagem do material resultante da escavação e/ou aterro, bem como a disposição dos resíduos, sua compactação, formação de células e todos os demais procedimentos necessários são, fundamentalmente, os mesmos já descritos como válidos no Método das Trincheiras.

A Figura 23 mostra como é este aterro.

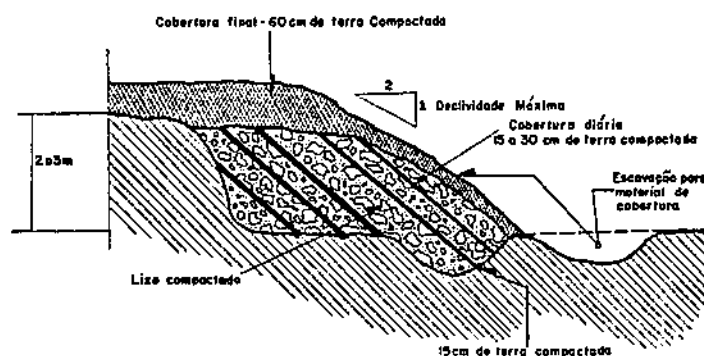


Figura 23 - Aterro Sanitário: Método da Rampa ou Escavação Progressiva.  
Fonte: Manual de Limpeza Pública (23).

iii) **Método da área** - este método é recomendado em regiões baixas, alagadiças e onde o lençol freático está próximo à superfície ou o material de cobertura do local não pode ser aproveitado.

No emprego deste método os resíduos sólidos são descarregados, espalhados e compactados ao longo da área, permitindo, assim, a construção das células, de maneira idêntica ao que já foi descrito antes. Normalmente o material empregado para a cobertura é trazido de outros lugares.

Tendo em vista que as áreas onde tal método se aplica são terrenos com elevado coeficiente de permeabilidade e lençol freático próximo da superfície, alguns procedimentos adicionais tornam-se necessários. Entre eles estão: o rebaixamento constante do lençol freático, a construção de canais receptores de percolado (*chomure*) e outros procedimentos capazes de evitar algum tipo de poluição.

A Figura 24 representa um aterro sanitário pelo Método da Área.

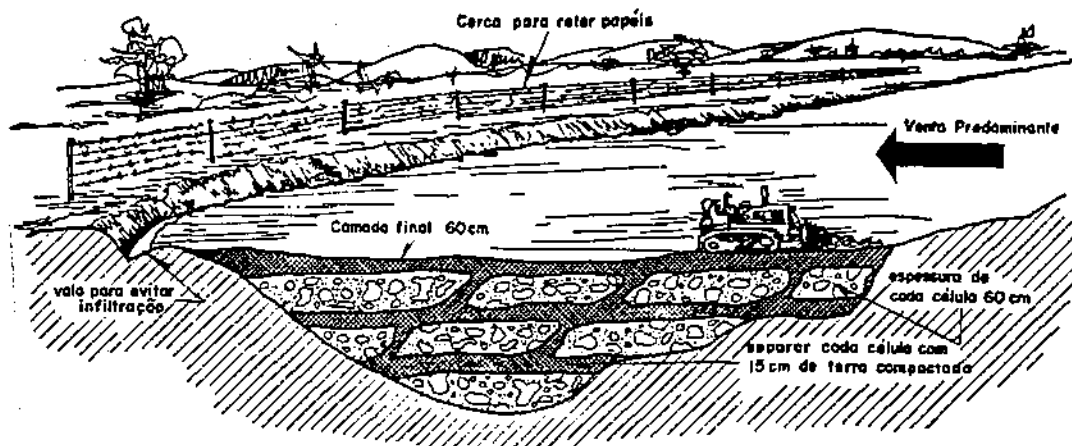


Figura 24 - Aterro Sanitário: Método da Área.

Fonte: Manual de Limpeza Pública  
(23).

Em alguns casos é possível um mesmo aterro operar com uma combinação dos três métodos. Isto, no entanto, depende da topografia, do tipo de solo e do nível freático existentes no terreno.

Um aterro sanitário, qualquer que seja o método nele desenvolvido, deve assegurar também a existência de um bom padrão de estrutura, controle e proteção. Assim, ele deve ter: cercas, portaria, balanças, instalações de apoio (escritório, refeitório, vestiário e sanitários), almoxarifado, pátio para estocagem de materiais, galpões para abrigo dos veículos, acessos internos, iluminação e outros (12). Cada um destes itens deve apresentar finalidades específicas e previamente analisadas para a elaboração do projeto.

Algumas das vantagens e desvantagens de alguns dos diferentes tipos de tratamento e/ou destino final aqui apresentados estão na Tabela 7, a seguir.

Em síntese: o lixo é o cartão de visita de uma cidade. Sua presença ou ausência denota, negativa ou positivamente, as condições de limpeza e desenvolvimento de seus habitantes, a eficiência dos serviços públicos e a competência dos administradores locais. Comunidades sujas, onde é comum observar a existência de monturos de lixo pelas ruas, dentro de rios, em terrenos baldios, etc., geram um quadro de implicações graves ao meio ambiente, na economia e na saúde da população.

Dentro do aspecto ambiental ocorre a poluição do ar,

Tabela 7 - Vantagens e Desvantagens dos Diferentes Sistemas de Tratamento e/ou Destino Final de Resíduos Sólidos.

(continua)

SISTEMA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Aterro Sanitário	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Baixos custos de investimento e operação</li> <li>. Grande flexibilidade de adaptação às quantidades a tratar</li> <li>. Valorização de áreas</li> <li>. Possibilidade de aproveitamento do gás gerado pela de composição anaeróbia do lixo.</li> <li>. Não requer pessoal altamente treinado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Necessidade de área adequada para sua implantação</li> <li>. Solução temporária (função da capacidade do local)</li> <li>. Necessidade de um controle operacional rigoroso, para ser mantido em padrões sanitários</li> <li>. Necessidade de material de cobertura</li> <li>. Necessidade de tratamento apropriado para o chorume produzido</li> </ul>
Compostagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Redução do volume dos resíduos</li> <li>. Transformação dos resíduos sólidos em um material orgânico-humífero: composto de grande utilização na agricultura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Altos custos de investimentos na compostagem industrializada</li> <li>. Necessidade de dispor os rejeitos em aterro (15 a 20%)</li> </ul>

Tabela 7 - Vantagens e Desvantagens dos Diferentes Sistemas de Tratamento e/ou Destino Final de Resíduos Sólidos (conclusão)

SISTEMA	VANTAGENS	DESvantagens
Compostagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Possibilidade de comercialização dos subprodutos reciclados</li> <li>. O composto orgânico obtido propicia: melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo; aumento da capacidade de aeração e retenção de umidade do solo; liberação de nutrientes para a planta de maneira mais propícia que os fertilizantes químicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Necessidade de estudo de mercado para o composto e material reciclado</li> <li>. Necessidade de uma maior área que a geralmente requerida em outros processos biológicos</li> </ul>
Incineração	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Redução importante do volume dos resíduos</li> <li>. Possibilidade de transformação dos resíduos em energia</li> <li>. Área necessária menor que para o aterro sanitário</li> <li>. É possível a localização da usina em área urbana, desde que atenda todas as exigências de caráter sanitário e urbanístico</li> <li>. As usinas podem receber grande variedade de tipos de lixo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Elevados custos de investimentos e operação</li> <li>. Necessidade de dispor o resíduo da queima em aterro</li> <li>. Não há flexibilidade de adaptação às quantidades a tratar</li> <li>. Necessidade de pessoal especializado na operação e manutenção</li> <li>. Necessidade de rígido controle das normas de segurança e proteção ambiental</li> </ul>

Fonte: Macro-indicadores para a Administração dos Serviços de Limpeza Pública (12) - (Adaptação).

da água e do solo. Do ponto de vista econômico, os danos podem significar a desvalorização de imóveis localizados próximos a depósitos de lixo, a inutilização de áreas potencialmente aproveitáveis, gastos frequentes com limpeza de rios e galerias de águas pluviais ou, ainda, reflexos negativos no turismo da região. Pelo lado da saúde ocorrem diversos problemas, como por exemplo: a proliferação de moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc., que agem como vetores biológicos na transmissão de doenças.

Por tudo isso, os primeiros passos a serem dados para a solução de tais problemas se constituem, em primeiro lugar, no esforço conjunto dos cidadãos e da municipalidade e, em segundo lugar, na organização de um Sistema de Limpeza Urbana funcional e eficiente.

No caso da ação conjunta da população e autoridades municipais cabe a estas últimas, de modo específico, uma parcela significativa do esforço, visto que elas dispõem de meios para educar a população e difundir práticas sanitárias. No segundo caso, a solução para os problemas do Sistema de Limpeza Urbana perpassa pelo interesse dos membros do Executivo e do Legislativo.

Finalmente, uma outra contribuição expressiva para a problemática do lixo é aquela que provém do uso do conhecimento científico e de determinadas técnicas que possam auxiliar, direta ou indiretamente, no equacionamento do problema da limpeza urbana. A Teoria da Amostragem Estratificada (Capítulo 4) é uma dessas técnicas. Ela auxilia na apresen

tação de respostas dentro dos padrões sanitários e ao menor custo financeiro e social possível.

As considerações gerais - que incluem levantamentos e, ao mesmo tempo, permitem a aplicação da teoria supracitada -, visando a uma posterior avaliação do Sistema de Limpeza Urbana na cidade de Campina Grande, estão apresentadas no Capítulo 2, a seguir.



## CAPÍTULO 2

### CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O SISTEMA DE LIMPEZA URBANA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

#### 2.1 - Dados Característicos da Cidade de Campina Grande

O município de Campina Grande fica situado no Estado da Paraíba (Ver Anexo I), ou mais precisamente na Latitude sul de  $7^{\circ}13'11''$  e Longitude oeste de Greenwich de  $35^{\circ}52'31''$ , ocupando a zona oriental do Planalto da Borborema. Trata-se de uma zona de transição entre o litoral (do qual o município fica distante cerca de 120 km) e o sertão. Ele está também localizado no cruzamento das rodovias federais BR-230 e BR-104, apresentando-se como um importante pólo do setor de transporte regional. Desta forma, seus fluxos por meio de transportes rodoviários, aeroviários e ferroviários, se comunicam com as principais cidades e capitais nordestinas. Ocupa o segundo lugar em importância, antecedido apenas por João Pessoa que é a capital do Estado. Sua área, que também abriga os distritos de Boa Vista, São José da Mata, Galante e Catolé, até 1950 era de  $2.259 \text{ km}^2$  e atualmente corresponde a  $970 \text{ km}^2$  ( $559 \text{ km}^2$  de área rural e  $411 \text{ km}^2$  de área urbana). Limita-se com os seguintes municípios: Lagoa Seca, ao norte; Queimadas, ao sul; Massaranduba, ao leste; Gurjão, a oeste e Ingá, no sudeste (7).

Ainda de acordo com referência bibliográfica (7), a altitude média do município é de 580 m. A topografia é sua vemente ondulada, sendo o relevo mais movimentado ao norte. A sudoeste e a sudeste encontram-se, respectivamente, a Ser ra do Monte e a Serra da Catuama. Seu posicionamento geográ fico o coloca como área dispersora, separando os afluentes do rio Paraíba do Norte, nas direções sul e sudeste, dos a fluentes do Mamanguape, nas direções norte e nordeste.

No perímetro urbano, o relevo apresenta-se acidenta do nas porções norte e nordeste; porém, vai suavizando em direção ao sul e, particularmente, ao sudeste, para onde convergem os riachos de Bodocongô e das Piabas, que fluem em direção ao rio Paraíba.

A porção norte, supracitada, se evidencia ainda pelo seu tipo de solo, que é cristalino - embora coberto por uma camada de terra -; bem como pelo acúmulo de solos carregados pela chuva e pela erosão, retidas em vales estreitos. Na porção meridional da cidade o solo é menos pedregoso, pas sando a silte argiloso nas proximidades da bacia de Bodocong ô.

A rede hidrográfica varia bastante, segundo o regime de chuvas. Razão pela qual encontram-se várias lagoas e ria chos transitórios, resultantes do represamento das águas pluviais no solo impermeável. Além disto, o nível freático, na área rochosa, encontra-se a uma profundidade considerá vel.

Quanto ao abastecimento de água para a população - atualmente sob a responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba/CAGEPA -, a captação não é feita em rios ou açudes locais, porém em açudes mais distantes. O principal é o açude de Boqueirão, que está situado a cerca de 40 km ao sul de Campina Grande (7). Este açude, segundo informação obtida junto a CAGEPA, fornece uma vazão de 870 l/s, e após tratamento convencional (processos de aeração, dosagem química, decantação, filtração e cloração) atende a a proximadamente 90% dos habitantes locais.

Por sua altitude, principalmente, conforme a referência (7), o município possui clima equatorial semi-árido, com umidade em torno de 75 a 83% nos meses mais úmidos, temperatura máxima em torno de 32°C, temperatura mínima de 18°C e temperatura média de 25°C. Ao noroeste e ao sul, na denominada **zona do agreste**, o clima é intermediário entre seco e úmido. Ao norte, na zona de transição para o **brejo**, o clima é mais úmido e a oeste (**zona do cariri**) predomina a aridez.

Os meses mais quentes são os de outubro a março e as maiores chuvas, cujas taxas pluviométricas chegam a atingir 757 mm anuais, ocorrem de março a agosto. Os ventos dominantes vêm do sudeste e, às vezes, do nordeste e leste, com velocidades de 4 a 6 m/s (7).

Os eixos ortogonais Norte-Sul (N-S)/Leste-Oeste (L-O) têm sua interseção considerada no obelisco situado na praça do Açude Novo (marco zero, no centro da cidade) (7). A partir daí, considerando que a principal avenida da cidade

(Avenida Floriano Peixoto) coincide com o eixo L-0 e adotando o sentido anti-horário, além dos distritos Industrial e de Serviços Mecânicos, os bairros se distribuem da seguinte forma:

a) na porção norte, acima do eixo L-0:

Centro (parte), Lauritzen, Jardim Tavares, Alto Branco, Nações, Conceição, Continental, Louzeiro, Prata, Palmeira, Jardim Europa, Jeremias, Araxã, Monte Santo, Universitário, Novo Bodocongô, Bodocongô, Serrotão, Pedregal, Centenário (parte), Álvaro Gaudêncio (parte), Dinamérica (parte), Santa Rosa (parte) e São José (parte);

b) na porção sul, abaixo do eixo L-0:

Centro (parte), São José (parte), Centenário (parte), Santa Rosa (parte), Dinamérica (parte), Álvaro Gaudêncio (parte), Querenta, Santa Cruz, Três Irmãs, Acácio Figueiredo, Cidades, Liberdade, Cruzeiro, Paulistano, Tambor, Estação Velha, Itararé, Catolé, Sandra Cavalcanti, Vila Cabral, Mirante, José Pinheiro, Monte Castelo, Nova Brasília, Santo Antonio e Castelo Branco.

Campina Grande, como qualquer outra cidade interiorana de porte médio, apresenta em seus bairros diversas características que variam conforme a condição social, econômica ou intelectual da população que neles habitam.

Assim, no centro da cidade localizam-se, preferencialmente, residências de classe média, o comércio e os ser

viços, nos quais estão incluídas as atividades sócio-culturais, escolares, recreativas e hospitalares. Este setor possui ainda uma rede viária pavimentada, com poucas exceções; uma boa rede de transporte, eletrificação, água e esgoto entre outras (5, 7).

A cidade apresenta, também, certos bairros considerados de nível elevado, uma vez que têm características semelhantes ao centro e/ou são circunvizinhos a ele. Estes bairros são: José Pinheiro, Santo Antonio, Lauritzen, Conceição, Palmeira, Bela Vista, Centenário, São José, Prata, Alto Branco e o bairro das Nações (5). O bairro de José Pinheiro é o mais populoso e abriga atividades comerciais e industriais, particularmente ligadas ao couro. Os três últimos bairros são considerados nobres (7).

Localizados na periferia, e com características completamente adversas aos bairros já mencionados, aparecem os bairros pobres, que têm encontrado sua zona de expansão ao sul, em parte, e a oeste da cidade (7). Estes bairros não contam com os serviços públicos essenciais. Apresentam alguns eixos viários principais asfaltados, a maioria das ruas não calçadas (7); além de uma rede de transporte, habitacional, educacional e hospitalar em condições precárias (5). Três Irmãs e Vila Cabral são exemplos de bairros que integram esta zona.

As favelas principais de Campina Grande surgem a partir de áreas invadidas pela população muito pobre. Elas estão localizadas nas proximidades da zona norte e na zona no

roeste da cidade. As principais favelas são conhecidas com os nomes de Jeremias, Pedregal e Cachoeira. Em geral, elas se situam em terrenos acidentados ou muito baixos e, às vezes, se mesclam com residências de bom nível (7).

Segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (5), a população de Campina Grande, em 1980, era de 247.820 habitantes (dela 92% correspondia à população que residia na zona urbana, 8% se encontrava na zona rural e a densidade demográfica era de 255 habitantes/km<sup>2</sup>). Atualmente, a cidade vem apresentando um crescimento demográfico da ordem de 2,41% ao ano (4). O que coincide com as estimativas expostas na Tabela 8, da qual é possível, também, observar que o crescimento supramencionado se aproxima mais daquele previsto pelo método geométrico.

Tabela 8 - Estimativa da População Total (Urbana e Rural) do Município de Campina Grande

ANOS	População		
	Urbana	Rural	Total
1985	266.393	16.485	282.878
1986	274.773	15.917	290.690
1987	283.418	15.368	298.786

Fonte: Estimativas da População dos Municípios e do Estado da Paraíba 1981/90 (32).

Ainda não sufocada com o progresso, predominam, em Campina Grande, as habitações unifamiliares. Um número muito pequeno de edifícios com mais de quatro andares é encon

trado no centro da cidade, o mesmo acontecendo nos bairros mais próximos, enquanto que nos bairros menos favorecidos inexistem tais construções. A média de pessoas por domicílio é em torno de 5 pessoas/residência (7).

Em síntese, Campina Grande é considerada o principal centro econômico, cultural e educacional do interior do Nordeste, e apresenta uma área de influência de 24.000 km<sup>2</sup> (7) - o que corresponde a 42,5% do Estado da Paraíba.

Com o objetivo de procurar resolver os problemas originados por seus resíduos, a cidade dispõe de um Sistema de Limpeza Urbana assegurado pela Prefeitura local e que será descrito no item a seguir.

## **2.2 - Condições Atuais do Sistema de Limpeza Urbana de Campina Grande**

Em Campina Grande, o Sistema de Limpeza Urbana é entendido como sendo um conjunto de ações - exercidas pelo poder competente - entre as quais insere-se a responsabilidade pelo acondicionamento, coleta, transporte, varrição e destino final dos resíduos produzidos.

Desta forma, o sistema supracitado é parte integrante do Sistema de Limpeza Pública da cidade e está a cargo da Prefeitura, sendo subordinado à Secretaria de Serviços Urbanos - SSU, por força da Lei nº 499/79, regulamentada através do Decreto nº 647, de 31 de agosto de 1979.

Seu posicionamento na estrutura da SSU é de Departamento, subordinado diretamente ao Secretário da Pasta, com as atribuições definidas em diploma legal. Possui como órgãos de execução a Divisão de Processamento de Lixo, a Divisão de Coleta e Destinação de Lixo e, finalmente, a Divisão de Estudos e Projetos (Ver Figura 25).

A receita para a aquisição de alguns equipamentos e/ou materiais, bem como para assegurar a manutenção dos serviços do Sistema de Limpeza Urbana de Campina Grande, tem como fonte principal a Taxa de Limpeza Pública - cobrada através do Imposto Predial e Territorial Urbano/IPTU -, cujo sistema de cálculo encontra-se inserido na Lei nº 360, de 24 de dezembro de 1977, e na Lei nº 804, de 15 de dezembro de 1981. Também podem ser considerados como receita, embora em pequena importância, os valores recebidos como multas. A seguir, a Tabela 9 apresenta as receitas e despesas com o Sistema de Limpeza Pública de Campina Grande no período 1985-87.

Tabela 9 - Receitas e Despesas com o Sistema de Limpeza Pública da Cidade de Campina Grande/Período 1985-87.

ANOS	Limpeza Pública (CzS)	
	Receita	Despesa
1985	4.047,76	1.027,88
1986	9.619,77	1.139,28
1987	228.805,42	224.147,00

Fonte: Secretaria de Finanças - SEFIN/Campina Grande - 1988.



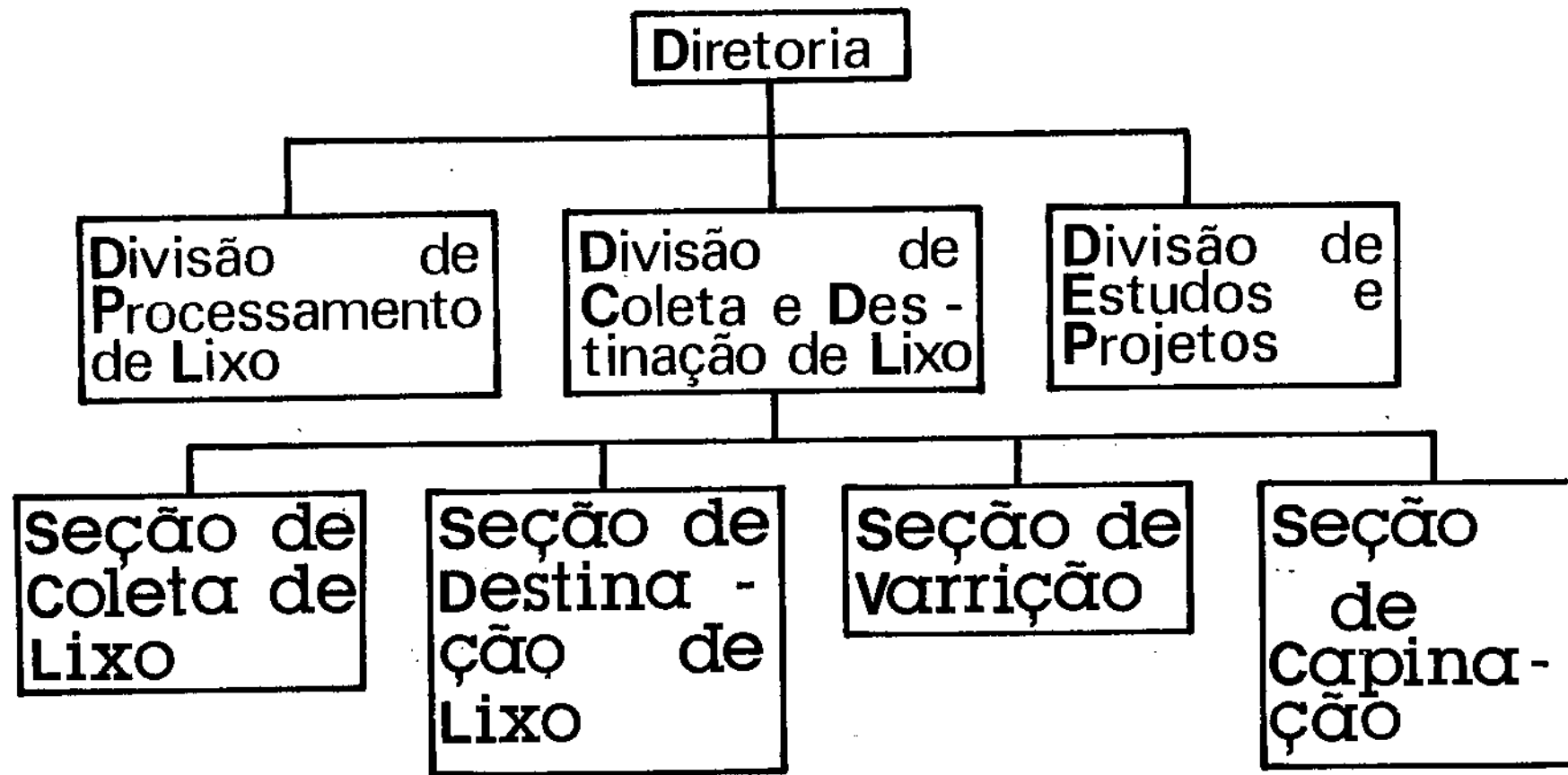


Figura 25 - Organograma do Departamento de Limpeza Pública/Campina Grande.

Fonte: Departamento de Limpeza Pública - DLP/Campina Grande - 1988.

A regulamentação que aborda mais profundamente a limpeza urbana em Campina Grande é o Código de Posturas do Município (Lei nº 1.040, de 26 de setembro de 1983). Entretanto, outros diplomas legais, como o Código Tributário, o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, o Código de Edificações e a Lei Orgânica do Município, também contêm menções que incluem, direta ou indiretamente, a limpeza urbana (7).

Desse modo, o Departamento de Limpeza Pública - DLP é o órgão encarregado de fiscalizar o cumprimento das normas legais correlatas e outras posturas municipais já referidas. Além disso, entre suas responsabilidades também estão: a limpeza de terrenos e feiras-livres; os serviços de varrição, raspagem e capinação; bem como a coleta, regularmente, do lixo domiciliar e de resíduos hospitalares, além da coleta de lixo de algumas indústrias e de animais mortos, eventualmente. Por outro lado, de acordo com a referência (7), alguns outros serviços de limpeza, no entanto, são executados por determinados órgãos, conforme será visto a seguir.

- a) Secretaria de Viação e Obras - é a responsável pela limpeza e conservação das galerias, dos canais e valas. Também licencia, disciplina e controla as obras públicas e privadas;
- b) Departamento de Paisagismo - também subordinado à Secretaria de Serviços Urbanos, este departamento cuida da limpeza dos parques, praças e jardins, bem como da poda e remoção dos galhos de árvores públicas.

Portanto, essa divisão de encargos, bem como as finalidades estabelecidas por lei, dão ao DLP a competência de planejar, coordenar e executar os serviços de limpeza urbana, já referidos.

A seguir, serão descritas as diversas fases que caracterizam o Sistema de Limpeza Urbana existente na cidade de Campina Grande.

### 2.2.1 - A origem do lixo

A heterogeneidade da população - com sua diversidade de hábitos, culturas, padrão sócio-econômico e outros fatores - contribui, de modo decisivo, para a geração das mais variadas espécies de resíduos domiciliares em Campina Grande.

A existência de várias feiras-livres - onde são comercializados desde alimentos e produtos agro-pecuários até móveis, utensílios caseiros, vestuário, calçados, ferramentas, etc. -, para onde converge não só a população local, mas também aquela da micro-região, é uma das fontes que permite encontrar novas variedades de resíduos.

Com a diminuição do território municipal, houve uma redução no setor primário - que se tornou o de menor expressão econômica - e, portanto, houve um acréscimo no setor terciário da economia local. Por esta razão, é no comércio e na prestação de serviços que se localizam outras importan

tes fontes de lixo da cidade.

No tocante ao setor secundário, Campina Grande conta com um Distrito Industrial que, localizado às margens da BR-104 e distando apenas 6 (seis) km do centro da cidade, ocupa uma área total de 273 hectares. Neste espaço físico, atualmente, encontram-se 42 empresas de pequeno, médio ou grande porte (33).

As empresas localizadas no Distrito Industrial são: 35 indústrias (das quais 30 estão em funcionamento, 3 em fase de implantação e 2 paralisadas), 2 empresas comerciais e 5 unidades de apoio (33), (Ver Tabela 10). De forma genérica, obviamente, essas instalações industriais também estão entre as principais fontes produtoras de rejeitos, quer seja pela quantidade quer seja pelos tipos de resíduos que originam.

Vale esclarecer, ainda, que a maioria destas indústrias, embora constituídas em importantes fontes produtoras de lixo, não possui dados suficientes sobre os resíduos que produzem. A escassez destes dados também é observada nos órgãos da administração pública local.

Os hospitais e os laboratórios de análises clínicas, em Campina Grande, também se constituem em outras fontes significativas na geração de detritos que, devido ao seu poder de contaminação, podem, inclusive, colocar em risco a saúde pública.

As Tabelas 11 e 12, a seguir, apresentam o universo

Tabela 10 - Indústrias do Distrito Industrial de Campina Grande

(continua)

ATIVIDADE	NÚMERO DE ORDEM	RAZÃO SOCIAL	NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS	PRODUÇÃO DIÁRIA DE LIXO *	
				(KG)	(M <sup>3</sup> )
IMPLANTADAS					
Beneficia <u>mento</u> de minerais não metá <u>licos</u>	01	BUN "BENTONIT UNIÃO NORDESTE S/A"	165	82,5	0,330
	02	CAULISA "INDÚSTRIA DE CAULIM S/A"	120	60,0	0,240
	03	DOLOMIL "DOLOMITA MINÉRIOS LTDA"	500	250,0	1,000
	04	INCOPRESA "IND. DE CONST. E PREMOL."	45	22,5	0,090
Produtos alimenta <u>res</u>	05	ICL "IND. DE DOCES E CONSERVAS LTDA"	25	12,5	0,050
	06	ICOMA "IND. COM. MASSAS ALIM. LTDA"	12	6,0	0,024
Materiais Plá <u>sticos</u>	07	EQUIFIBER "EQUIPAMENTOS DE FIBRA"	17	8,5	0,034
	08	CANDE "CAMPINA GRANDE INDUST. LTDA"	280	140,0	0,560
	09	MIMONOR "PLÁSTICOS DO NORDESTE S/A"	90	45,0	0,180
Têxtil	10	FITESB "FIAÇÃO E TEC. DE S. BENTO"	99	49,5	0,198

Tabela 10 - Indústrias do Distrito Industrial de Campina Grande

(continuação)

ATIVIDADE	NÚMERO DE ORDEM	RAZÃO SOCIAL	NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS	PRODUÇÃO DIÁRIA DE LIXO *	
				(KG)	(M <sup>3</sup> )
Têxtil	11	INDUSTRIAL CIRNE LTDA	95	47,5	0,190
	12	H. SABINO & CIA LTDA	20	10,0	0,40
	13	CAMPINENSE INDÚSTRIAS GERAIS S/A	520	260,0	1,040
	14	COSITE "CIA DE SISAL DO CUITÊ"	100	50,0	0,200
Calçados	15	BESA "BORRACHA ESPONJOSA S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO"	912	456,0	1,824
	16	AZALÉIA CALÇADOS DO NORDESTE LTDA	374	187,0	0,748
Máquinas e Equipamentos	17	MAQUINOR "MÁQUINAS NORDESTE INDÚSTRIA E COMÉRCIO S/A"	55	27,5	0,110
	18	MÁQUINAS ARIÚS LTDA	17	8,5	0,034
Móveis e Esquadrias	19	IPEM "INDÚSTRIA DE ESQUADRIAS PIONEIRA LTDA"	19	9,5	0,038
Material Elétrico	20	ARBAME STETTNER NORDESTE S/A	190	95,0	0,380
Metalúrgica	21	FABRINI ROSSI "INDÚSTRIA E METALÚRGICA LTDA"	57	28,5	0,114

Tabela 10 - Indústrias do Distrito Industrial de Campina Grande

(continuação)

ATIVIDADE	NÚMERO DE ORDEM	RAZÃO SOCIAL	NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS	PRODUÇÃO DIÁRIA DE LIXO *	
				(KG)	(M <sup>3</sup> )
Metalúrgica	22	METALOUÇAS "INDÚSTRIA DE PRODUTOS METALÚRGICOS DO NORDESTE S/A"	140	70,0	0,280
	23	MONTAL "MONTAGENS INDUSTRIAL LTDA"	176	88,0	0,352
	24	IMAL "INDÚSTRIA MECÂNICA ANTONIO LEOPOLDINO LTDA"	100	50,0	0,200
	25	ALPA "ALUMÍNIOS DA PARAÍBA LTDA"	25	12,5	0,050
	26	FÁBRICA DE MÓVEIS SÃO JOSÉ LTDA	15	7,5	0,030
	27	PACHECO & NÓBREGA LTDA	10	5,0	0,020
	28	EQUIMEL "EQUIP. METALÚRGICOS LTDA"	32	16,0	0,064
Confecções	29	VIPEX CONFECÇÕES S/A	90	45,0	0,180
Diversas	30	QUIMISINOS NORDESTE S/A INDÚSTRIAS QUÍMICAS	20	10,0	0,040
EM IMPLANTAÇÃO					
Metalúrgica	31	INDÚSTRIA METALÚRGICA SILVANA LTDA	150	75,0	0,300

Tabela 10 - Indústrias do Distrito Industrial de Campina Grande

(continuação)

ATIVIDADE	NÚMERO DE ORDEM	RAZÃO SOCIAL	NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS	PRODUÇÃO DIÁRIA DE LIXO *	
				(KG)	(M <sup>3</sup> )
Produtos Alimentares	32	CAFÉ AURORA S/A	43	21,5	0,086
	33	MACARRÃO REAL "INDÚSTRIA DE MASSAS ALIMENTÍCIAS JAPYASSÚ LTDA"	10	5,0	0,020
PARALISADAS					
Metalúrgica	34	IMPAR "INDÚSTRIA METALÚRGICA DA PARAÍBA LTDA"	--	--	--
	35	WALLIG NORDESTE S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO	--	--	--
COMÉRCIO					
Comércio	36	REFRESCOL "INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES S/A"	46	23,0	0,092
	37	S/A WHITE MARTINS	10	5,0	0,020
APOIO COMUNITÁRIO					
Apoio Comunitário	38	PROCURT "PROGRAMA REGIONAL DE PROCESSAMENTO DE PESQ. COUROS TANANTES"	32	16,0	0,064
	39	SESI "SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA"	27	13,5	0,054



Tabela 10 - Indústrias do Distrito Industrial de Campina Grande

(conclusão)

ATIVIDADE	NÚMERO DE ORDEM	RAZÃO SOCIAL	NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS	PRODUÇÃO DIÁRIA DE LIXO *	
				(KG)	(M <sup>3</sup> )
Apoio Comunitário	40	DNOCS "DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA SECAS"	260	130,0	0,520
	41	TRANSCANDE "TRANSPORTADORA RODOVIÁRIA LTDA"	28	14,0	0,056
	42	SINEP "SUPERINTENDÊNCIA DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO ESTADO DA PARAÍBA"	24	12,0	0,048
<b>T O T A L</b>			4950	2475,0	9,900

\* Para as produções diárias, em kg e m<sup>3</sup>, foram adotados os valores de 0,5 kg/hab/dia e 0,002 m<sup>3</sup>/hab/dia, respectivamente.

Fonte: Superintendência de Industrialização do Estado da Paraíba/SINEP (33) - (Adaptação).

de hospitais e laboratórios pesquisados no desenvolvimento deste trabalho. Nelas estão presentes 14 hospitais e 19 laboratórios de análises clínicas, o que representa cerca de 90% dos hospitais e laboratórios existentes, atualmente, em Campina Grande. Além disso, os 10% restantes, e não considerados na pesquisa, foram: 2 laboratórios (localizados em bairros), e os hospitais Fundação Assistencial da Paraíba - FAP (que possui um incinerador) e Casa de Saúde Dr. Francisco Brasileiro (que não está em funcionamento).

As barracas de vendas de frutas, os vendedores ambulantes e os fiteiros (barracas que operam durante todo o dia, e parte da noite, vendendo fitas, rendas, discos, sabonetes, revistas, doces, etc.), do mesmo modo, são importantes fontes geradoras de resíduos. Os terrenos baldios também dão origem a grande quantidade de lixo e, obviamente, representam focos de poluição e riscos à saúde pública.

Além disso, eventualmente, também pode ser encontrado, em Campina Grande, o lixo classificado como especial (entulhos, animais mortos, podas de árvores, etc.).

### 2.2.2 - Acondicionamento

Em Campina Grande não é padronizado o tipo de recipiente para o acondicionamento do lixo domiciliar. Todavia, o Plano Diretor/82, do Sistema de Limpeza Urbana, recomenda que

Tabela 11 - Hospitais/Campina Grande

Nome da Instituição	Produção diária de lixo (m <sup>3</sup> )	Produção diária de lixo (kg)	Número de leitos disponíveis	kg/leito/dia	OBS.
Fundação Elpídio de Almeida - FELPA	1,0	200,0	129,0	1,55	
Clínica Santa Clara	0,85	170,0	40,0	4,25	
Hospital Antonio Targino	3,0	600,0	287,0	2,09	
Hospital João XXIII	2,0	400,0	112,0	3,57	
Policlínica Mãter-Dei	0,25	50,0	30,0	1,66	
Hospital Dr. Edgley	0,85	170,0	242,0	0,70	*
Ipase	2,0	400,0	160,0	2,50	
Hospital de Urgência	0,06	12,0	18,0	0,66	*
Clínica Psiquiátrica Dr. Maia	0,68	136,0	135,0	1,00	
Hospital Pedro I	2,0	400,0	200,0	2,00	
Hospital Psiquiátrico João Ribeiro	2,0	400,0	420,0	0,95	
Hospital Mariana	0,25	50,0	40,0	1,25	
Clínica e Pronto Socorro Infantil	0,68	136,0	409,0	0,33	*
Samic	0,65	130,0	145,0	0,89	
<b>TOTAL</b>	16,27m <sup>3</sup>	3.254,0kg	2367,0	Méd.=1,98	

Fonte: DLP/Campina Grande 1988.

\* Valores não considerados no cálculo da média

Tabela 12 - Laboratórios de Análises Clínicas/Campina Grande

Nome do Laboratório	Produção diária de lixo (m <sup>3</sup> )	Produção diária de lixo (kg)
Patologia J. Marinheiro Ltda	0,05	10,0
Lace	0,02	4,0
Centro de Análises Clínicas Ltda	0,14	28,0
Centro de Saúde Fc <sup>9</sup> Pinto de Oliveira	0,14	28,0
Exame - Lab. de Análises Clínicas	0,02	4,0
Lab-Med	0,04	8,0
Pronto-Lab	0,01	2,0
João J. Di Paci Tejo	0,01	2,0
Pró-Sangue Laboratório	0,04	8,0
Prontanálise Clínica Ltda	0,04	8,0
Promédica	0,08	16,0
I.C.N.R.F.	0,02	4,0
Diagnose	0,08	16,0
Clínica de Ultra - Sonografia	0,04	8,0
Enzilab	0,05	10,0
Icac	0,09	18,0
Inst. Pasteur	0,04	8,0
Labopac	0,08	16,0
Cot	0,04	8,0
<b>TOTAL</b>	1,02 m <sup>3</sup>	206,0 kg

Fonte: DLP/Campina Grande - 1988.

*"o lixo domiciliar deve se apresentar em sacos plásticos ou recipientes de até 100 l, colocados rente à parede, ao lado da porta de serviço do domicílio - como regra geral".*

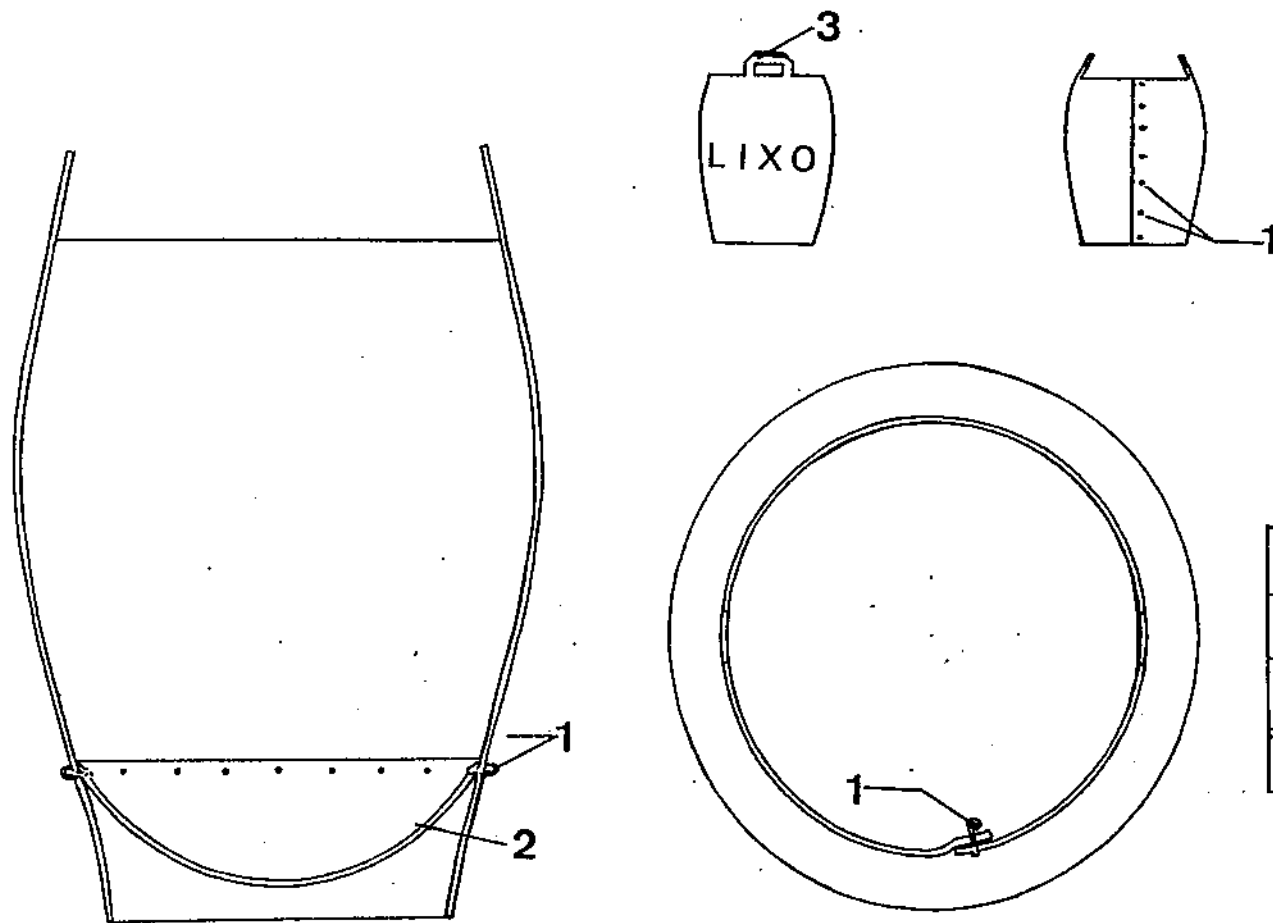
Desta forma, são encontrados recipientes sem retorno (sacos plásticos e de papel, por exemplo) e com retorno (recipientes de plástico, metal ou pneu, com ou sem tampa).

Vale notar, ainda, que, na cidade, entre as diversas camadas da população, é muito comum o uso de recipiente de pneu (Ver Figura 26).

Este tipo de recipiente é feito a partir de pneus usados de automóveis ou caminhões, sendo cortado e trabalhado artesanalmente, assumindo uma conformação tronco-cônica e é também dotado de alças.

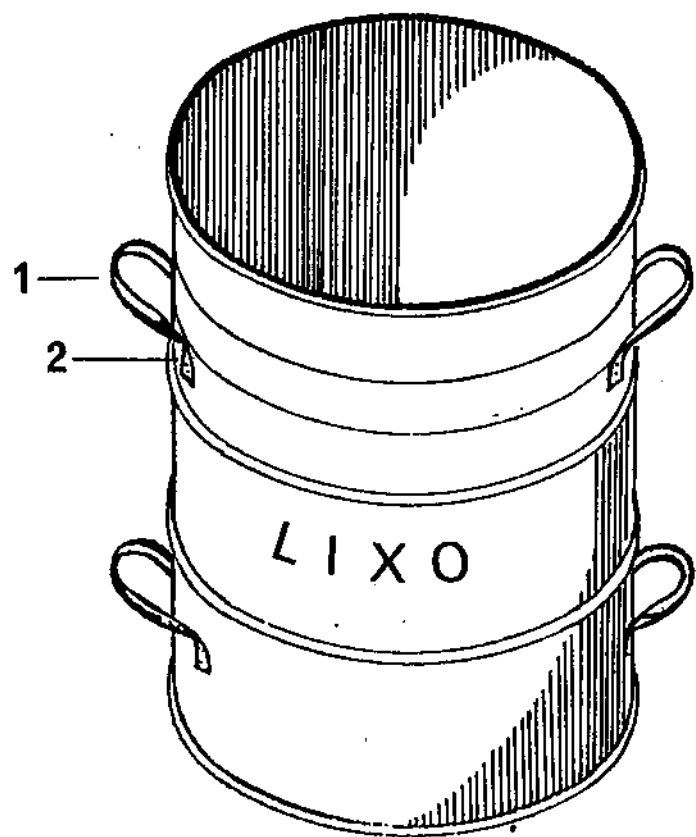
Determinados lugares na cidade (como por exemplo: lojas, bancos, etc.) acondicionam seus resíduos em latão de 200 litros (Ver Figura 27), que serve, por exemplo, como ponto de transferência de vasilhames colocados em locais onde o acesso do veículo seja desaconselhável.

Na cidade também existem 32 caixas coletoras (caçambas estacionárias) que se destinam ao apoio da varrição, do sistema de coleta convencional, da coleta domiciliar, do sistema de coleta por tração animal e, finalmente, a coleta do lixo de algumas entidades públicas. Estas caixas estão localizadas em diversos pontos da cidade (Ver Anexos II.2 e III) e após serem enchidas são recolhidas por poliguindas



<b>3</b>	ALÇA.
<b>2</b>	FUNDO
<b>1</b>	PREGOS
<b>ITEM</b>	PEÇA

Figura 26 - Caçamba Auxiliar de Pneu com Capacidade para 50 Litros.



2	REBITES
1	ALÇA
ITEM	PEÇA

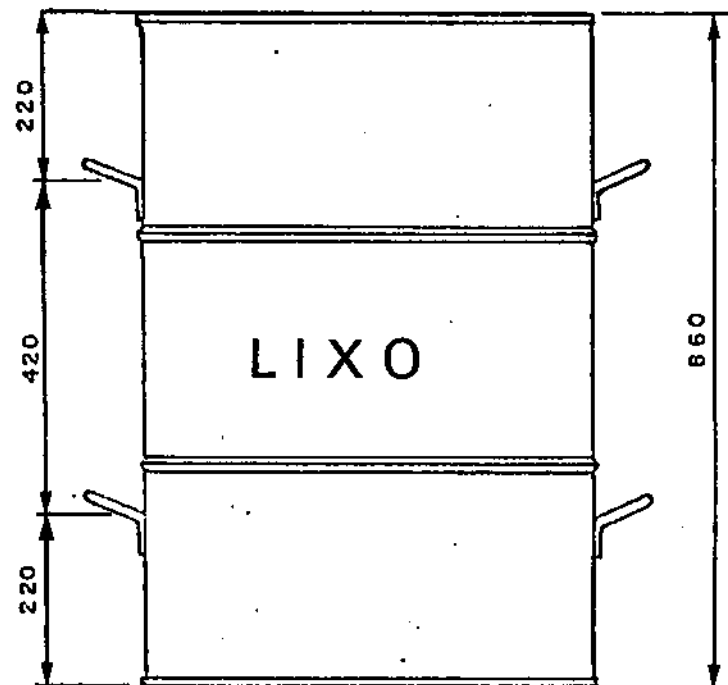


Figura 27 - Latão de 200 Litros.

Fonte: Sistema de Limpeza Urbana:  
Plano de Otimização Operacional (9).

tes.

Vale ressaltar, ainda, que, o Código de Posturas do Município (Lei nº 1.040, de 26 de setembro de 1983) estabelece que

*"Artigo 28 - O lixo será depositado pelos usuários em recipientes fechados para ser recolhido pelo serviço de limpeza pública".*

No entanto, esta postura municipal raramente é cumprida pela população.

### 2.2.3 - Coleta

Em Campina Grande coexistem, pelas mais diversas razões, os métodos de coleta direto, indireto e unitário. De qualquer modo, porém, o Sistema de Limpeza Urbana local inclui entre suas atribuições a execução dos seguintes serviços de coleta:

(i) **ordinária** (ou regular): quando feita rotineiramente, conforme procedimentos e programações estabelecidos em caráter geral e permanente. Como acontece com a coleta domiciliar, feita de porta em porta, por exemplo, e

(ii) **especial**: quando executada de acordo com uma programação estabelecida em caráter transitório. Esta forma de coleta tem por finalidade atender a população para a remoção de



entulhos, animais mortos, limpeza de terrenos baldios, etc.

Para os domicílios não servidos pela coleta de porta em porta é feita - em locais acessíveis às pessoas, aos poliguindastes e a veículos movidos por tração animal - a colocação de caçambas estacionárias. Além disso, existem casos em que o grande comércio (como os mercados, por exemplo), indústrias e hospitais também fazem uso das caixas coletoras. Em algumas destas situações, porém, estas caixas são colocadas em áreas que nem sempre são planas, limpas e bem drenadas a fim de permitir o acesso de pessoas e/ou veículos. Contudo, a remoção de todas elas, ou de seu conteúdo, é executada (através de poliguindaste ou veículo compactador) durante a coleta ordinária ou, ainda, semanalmente.

Também vale ressaltar que, em ambos os casos, no entanto, a opção por um ou outro tipo de serviço, quer seja para a coleta ou para a limpeza de logradouros, depende de alguns fatores. Entre estes fatores é possível citar as condições de tráfego para os carros coletores e a concentração de lixo no local.

Todavia, no caso específico da coleta domiciliar ordinária (ou regular), é mister esclarecer que o Departamento de Limpeza Pública local desempenha este serviço a partir da definição de roteiros (ou trechos) que, uma vez codificados, irão atender, em princípio, a determinados setores que integram o cadastro imobiliário da cidade. Deste modo, com a finalidade de identificar o setor, a frequência, o itinerário e o horário da coleta, a codificação de um roteio

ro utiliza uma representação alfa-numérica, semelhante ao modelo: S.F.H.

A definição desta simbologia é feita abaixo, a saber:

**S** significa o número do setor de coleta, variando de 01 a 19;

**F** identifica a frequência da coleta, podendo assumir os seguintes valores:

00 (zero) - quando a coleta é diária, excetuando os domingos;

01 e 03 (um e três) - quando a coleta é feita nos dias ímpares da semana, ou seja, na terça-feira, quinta-feira e no sábado;

02 e 04 (dois e quatro) - coleta nos dias pares da semana, ou seja, nas segundas, quartas e sextas-feira.

Os números 00; 01, 03 e 02, 04 também identificam o itinerário dentro do setor. Portanto: 00 corresponde a itinerários na parte central da cidade; 01 e 03 identificam os itinerários que ficam em bairros na porção norte, acima do eixo L-O (Av. Floriano Peixoto); enquanto que 02 e 04 se referem aos itinerários que ficam em bairros na porção sul, abaixo do mesmo eixo. E, finalmente,

**H** é uma letra (D ou N) que caracteriza se o horário de coleta é diurno ou noturno, respectivamente.

Assim, ao se receber o roteiro 03.01.D, sabe-se ime

diatamente que se trata do itinerário número 01 que atende ao setor número 03 às terças, quintas e sábados, no horário diurno. Da mesma forma, o roteiro 01.00.N se refere ao itinerário número 00 que atende ao setor número 01, diariamente, no horário noturno.

Obedecendo a codificação adotada, o DLP mantém, atualmente, 18 roteiros (Ver Anexo II.1) para executar o serviço de coleta domiciliar ordinária. Deste total, 15 são percorridos em dias alternados e no período diurno, enquanto 3 outros são feitos diariamente e no período noturno. Estes roteiros estão codificados da seguinte maneira:

01.00.N	04.02.D	07.03.D	10.02.D
02.02.D	05.00.N	08.01.D	10.04.D
02.04.D	05.02.D	08.03.D	19.00.N
03.01.D	06.01.D	09.01.D	
03.02.D	07.01.D	09.02.D	

É importante salientar que cada um dos 18 roteiros definidos anteriormente possui um itinerário próprio e que leva em consideração, no seu traçado, as condições locais de cada setor a ser atendido. É mister observar também que os itinerários são cumpridos, preferencialmente, dentro de uma mesma jornada de trabalho (8 horas para os roteiros diurnos e 6 horas para os noturnos).

Ainda em relação a coleta, é mister acrescentar que, em Campina Grande, algumas indústrias têm um sistema próprio de coleta e transporte de seus rejeitos até o destino

final (vazadouro a céu aberto, da Prefeitura). Contudo, ou tras, desde que situadas no trecho de coleta, são atendidas pelo serviço de coleta regular, mantido pelo município.

Além disto, em relação ao lixo hospitalar (aqui con siderado como aquele proveniente de hospitais e laborat ó rios de análises clínicas), pode-se dizer que, atualmente, em Campina Grande, não existe diferenciação no tratamento dispensado a este tipo de resíduo. Portanto, ele é coletado juntamente com o lixo domiciliar - através de carro coletor ou caçamba estacionária - e tem como destino final o vaza douro supramencionado. Esta prática, entretanto, é conden á vel pelo fato de colocar em risco a saúde pública.

#### 2.2.4 - Transporte

As viaturas disponíveis para que o DLP execute os serviços de coleta (ordinária e/ou especial) estão relacio nadas na Tabela 13. Segundo informação obtida junto ao DLP, não há perspectiva de aumento desta frota, pelo menos, a curto prazo.

Os veículos movidos a tração animal, presentes na ta bela supracitada, são utilizados na coleta em locais aciden tados (favelas) e em áreas periféricas de baixa densidade populacional.

Por outro lado, o sistema viário capaz de assegurar a trafegabilidade dos veículos coletores e o conseq ente

Tabela 13 - Transportes Disponíveis para os Serviços de Coleta (Ordinária e/ou Especial) na Cidade de Campina Grande.

(continua)

TIPO	Capacidade		Ano de Fabricação	Tipo de Chassi	Prefixo	Tipo de Combustível	Estado de Conservação	Função do Equipamento	Quantidade
	TON	M <sup>3</sup>							
SITA 6000	8,0	10,5	1988	MB	1514	Diesel	Bom	F	5
GARWOOD-USIMECA	9,0	12,0	1982	MB	1513	Diesel	Regular	F	2
VEGALIX	7,0	10,0	1978/83*	MB	1113	Diesel	Reg./Bom	F	2
VEGALIX	7,0	10,0	1978/83*	MB	1113	Diesel	Reg./Bom	F	1
BAÚ-CAÇAMBA	5,0	5,0	1982	MB	1113	Diesel	Regular	E	1
BAÚ-CAÇAMBA	5,0	5,0	1982	MB	1113	Diesel	Ruim	E	1

Tabela 13 - Transportes Disponíveis para os Serviços de Coleta (Ordinária e/ou Especial) na Cidade de Campina Grande

(conclusão)

TIPO	Capacidade		Ano de Fabricação	Tipo de Chassi	Prefixo	Tipo de Combustível	Estado de Conservação	Função do Equipamento	Quantidade
	TON	M <sup>3</sup>							
GARWOOD-USIMECA	9,0	12,0	1982	MB	1513	Diesel	Ruim	E	2
TRAÇÃO ANIMAL (CARROÇA)	0,5	0,5	--	--	--	--	--	F	8
POLIGUINDASTE	--	--	1982/88**	MB/CR	--	Diesel	Bom	F	1
POLIGUINDASTE	--	--	1988/88	CV/CR	--	Diesel	Bom	F	1
TRATOR DE ESTEIRA	--	--	1987	C	D4E	Diesel	Bom	E	1

Fonte: DLP/Campina Grande - 1988.

OBS.: \* Chassi/Caixa Compactadora  
 MB: Mercedes Benz  
 C: Caterpillar  
 \*\* Chassi/Poliguindaste

F: Fixa  
 E: Extra  
 CR: Cronorte  
 CV: Chevrolet

atendimento à população campinense é o apresentado na Tabela 14. Em relação a esta tabela vale salientar que as ruas pavimentadas com asfalto se localizam, quase na totalidade, na zona central. Nos bairros, os eixos principais são asfaltados ou calçados com paralelepípedos, mas isto não ocorre com a maior parte das vias que, no entanto, são transitáveis o ano todo. As ruas que não permitem o tráfego, e assim impedem a coleta regular do lixo, predominam na zona oeste da cidade.

Tabela 14 - Tipo de Pavimentação e Comprimento das Vias Públicas Existentes na Cidade de Campina Grande

TIPO DE PAVIMENTAÇÃO DAS VIAS PÚBLICAS	COMPRIMENTO TOTAL (m)
Asfaltadas	89.112
Paralelepípedos	196.002
Lajotas de concreto	-
Terra (sem pavimentação)	534.886
Outros tipos	-
<b>TOTAL</b>	<b>820.000</b>

Fonte: Secretaria de Viação e Obras - SVO / Campina Grande - 1988.

Para a execução do serviço de coleta (regular e/ou especial) o Departamento de Limpeza Pública local dispõe de um quadro de funcionários, conforme é mostrado na Tabela 15, a seguir. É mister observar que, segundo o DLP, este quadro não será aumentado a curto prazo.

Tabela 15 - Mão-de-Obra Alocada na Coleta Regular

Quantidade \ Função	Coiltores	Motoristas	Encarregados	Reservas
DIURNO	32	8	2	11
NOTURNO	12	3	1	

Fonte: DLP/Campina Grande - 1988.

Estes funcionários não são treinados ou recebem treinamento durante o trabalho. Os serviços sociais que lhes são prestados se resumem, apenas, a algumas conversas eventuais e, uma ou duas vezes por ano, aproximadamente, recebem equipamentos (tais como luvas, uniformes, capas e calçados) para proteção individual. Além disto, estes funcionários têm função fixa e trabalham através do sistema de tarefa, terminando a jornada de trabalho juntamente com o final do itinerário. Nos dias de pico o volume adicional na coleta ordinária é absorvido pela mesma equipe que, para tanto, recebe horas-extras; não havendo, portanto, a utilização de um sistema extraordinário.

Assim, utilizando os horários diurno (das 07:00 h às 16:00 h, com uma hora de intervalo para o almoço) e noturno (das 17:00 h às 23:00 h, sem intervalo), o caminhão de coleta parte do DLP para o ponto de início dos serviços, levando uma guarnição composta por 1 motorista e 4 garis. Esta guarnição é responsável por um itinerário específico (no caso da coleta noturna) ou dois (no caso da coleta diurna). A partir do ponto de início dos serviços começa, efetivamente, a operação. O carro vai seguindo e os trabalhadores vão



recolhendo os vasilhames com o lixo proveniente de residências, comêrcios, hospitais, etc. O lixo é despejado no interior do veículo e o recipiente, já vazio, é colocado no chão.

#### 2.2.5 - Varrição

Em Campina Grande o serviço de varrição, executado pelo DLP, compreende a remoção de detritos de pequeno porte lançados em via pública, raspagem da terra acumulada nas sarjetas, remoção do lixo contido nos coletores de papêis, limpeza das praças, jardins, etc.

Para a execução deste serviço foram estabelecidos roteiros (ou trechos), nos quais estão assinaladas as ruas servidas, o sentido do itinerário (em muitos casos a favor de aclives) e os pontos de acumulação da varredura (distantes cerca de 400 m da caçamba estacionária). Estes roteiros são identificados pela letra V (de varrição) seguida de um número de ordem e da letra D ou N, conforme o serviço seja diurno ou noturno.

Presentemente, existem 17 roteiros com varrição diurna (codificados desde V.1.D até V.17.D) e 4 roteiros com varrição noturna (com codificação variável de V.1.N até V.4.N), todos executados diariamente, inclusive nos domingos e feriados. Entre os roteiros diurnos um é considerado especial (V.17.D) e os demais são identificados como ordinári

rios. Ademais, o roteiro especial (V.17.D) atende por um dia na semana, em sistema de rodízio, as vias pavimentadas dos bairros de José Pinheiro, Santo Antonio, Alto Branco, Conceição e Prata; além de, nas quartas-feira e sábado, executar a varrição da feira central, apenas. Os roteiros ordinários, por sua vez, atendem ao grande centro da cidade.

Os quatro roteiros noturnos também são considerados especiais e se desenvolvem no grande centro.

O turno diurno é de 7:00 às 13:00 horas, sem intervalo para refeições ou descanso. Porém, exclusivamente nos calçadões e no antigo Terminal Rodoviário, é acrescentado mais um horário ao turno diurno (de 13:00 às 18:00 horas), a fim de que, por meio da varrição com repasse, seja conservada a limpeza destes locais. O turno noturno, por sua vez, está compreendido no intervalo de tempo de 18:00 às 23:00 horas, ininterruptamente.

O método utilizado na varrição, em Campina Grande, é manual. Desta forma, são constituídas equipes de 2 garis (varredores e carroceiros, simultaneamente) até 7 garis (4 varredores, 2 carroceiros e 1 encarregado, respectivamente). Estas equipes - dependendo da via, do tráfego de pessoas e veículos, da concentração de lixo público, da largura do passeio, etc. -, operam paralelamente ou não, nos passeios e sarjetas de cada lado da rua e, com frequência normal ou com repasse, cumprem o(s) roteiro(s) estabelecido(s).

Usualmente, o serviço diurno consiste na varrição do passeio, trazendo o lixo para a sarjeta, onde também é var

rido e acumulado em montículos a cada 20 m, aproximadamente, conforme a quantidade de lixo. Estes montículos são recolhidos pelo carroceiro da equipe, em carrinhos com capacidade de 200 l, e transportados a uma caixa coletora. Posteriormente, são removidos para o vazadouro a céu aberto que serve para o destino final dos resíduos coletados na cidade.

Durante a noite as equipes de varrição procedem de modo semelhante a varrição diurna. Porém, os montículos de lixo acumulado são transportados para dois pontos pré-estabelecidos e situados na zona central da cidade (nas ruas João Pessoa e João Suassuna, respectivamente). A partir daí, duas equipes (com 3 garis cada uma), especialmente mantidas para este serviço, auxiliam no recolhimento destes resíduos e no seu transporte - feito por um caminhão tipo Prefeitura - até o vazadouro da cidade.

O número de garis lotados na Seção de Varrição do DLP é de 173, sendo predominante a quantidade de mulheres (70%). Estes garis, ao serem contratados, não são treinados e vão diretamente para a frente de trabalho, após tomarem conhecimento do roteiro que lhes é estabelecido. Para o desempenho do serviço a Prefeitura, uma vez por ano, doa aos garis equipamentos tais como luvas, capas, uniformes e botas. Além disso, os garis são atendidos por alguns benefícios, como por exemplo: o vale-transporte, vale-compra e assistência médica. De acordo com informações obtida na Seção Varrição, cerca de 40 garis serão contratados em junho/89.

Os equipamentos existentes para os serviços de varri

ção, em Campina Grande, estão relacionados na Tabela 16. Vale notar que os equipamentos danificados são encaminhados para recuperação em um órgão específico da Prefeitura local (Departamento de Transportes e Oficinas Gerais - DTOG) e quando irre recuperáveis são leiloados.

#### 2.2.6 - Tratamento e Destino final

Em Campina Grande, não é usual que o Departamento de Limpeza Pública ou mesmo particulares procedam ao tratamento dos diversos tipos de resíduos recolhidos. Por causa disto, os resíduos provenientes de restaurantes, supermercados, hotéis, hospitais, grandes indústrias, etc., quando coletados pelos serviços regular ou especial, são transportados a um vazadouro a céu aberto, distante cerca de 6 km do centro da cidade. Parte deste terreno, usado como vazadouro, é da Prefeitura e parte pertence a particular.

Atualmente, em Campina Grande, inexistem iniciativas de quaisquer naturezas, para dotar a cidade - a curto, mêdio ou longo prazo - de um sistema de tratamento e/ou destino final sanitariamente adequado para seus resíduos.

A seguir, o Capítulo 3 expõe a metodologia utilizada no levantamento de dados do Sistema de Limpeza Urbana na cidade de Campina Grande.

Tabela 16 - Equipamentos Disponíveis para a Varrição na Cidade de Campina Grande

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Forcado	10
Vassoura Grande	240
Vassoura Pequena	46
Chibanca	2
Picareta	2
Machado	2
Foice	3
Estrovenga	5
Marreta	1
Moto-Serra	1
Pã	54
Ciscador	5
Enxada	6
Carrinho de Mão	4
Carrinho Convencional (Tipo Prefeitura)	55
Depósito Fixo	5
<b>TOTAL</b>	<b>441</b>

Fonte: DLP/Campina Grande - 1988.

### CAPÍTULO 3

#### METODOLOGIA PARA A COLETA DE DADOS DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA

A coleta de dados para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada entre os meses de maio e setembro/88, a partir de observações e levantamentos de campo, bem como da pesquisa de dados específicos e complementares junto ao Departamento de Limpeza Pública - DLP e outras entidades municipais e privadas de Campina Grande.

Desse modo, no período supramencionado, houve uma etapa de familiarização com o funcionamento diário do órgão responsável pela limpeza pública da cidade de Campina Grande e, em particular, com seu serviço de limpeza urbana. A partir daí, foi acompanhado, de perto, o trabalho da diretoria do Departamento, além de terem sido feitas várias observações *in loco* - de questões pertinentes ao problema do lixo - em todas as fases do Sistema de Limpeza Urbana existentes na cidade.

Durante estas observações foram realizadas visitas a hospitais, escolas, fábricas, etc., bem como inspeções dos veículos (quando a sua quantidade, estado de conservação, características, etc.) e acompanhamento dos itinerários nos carros coletores (observando freqüências e tempo de

percurso). Isto para constatar os procedimentos adotados no sistema, desde o acondicionamento até a destinação final dos resíduos.

Tendo em vista que foi observada uma diversidade de procedimentos utilizados pela população - ao acondicionar seus resíduos e também devido a complexidade do sistema de coleta utilizado -, foi aplicado, então, um tratamento estatístico, denominado Teoria da Amostragem (Ver Capítulo 4), especificamente para estes levantamentos de campo.

Portanto, a partir de uma população inicialmente considerada (Ver Anexos II.1 a II.4) a teoria supracitada foi empregada (Ver Capítulo 5). Isto resultou em um determinado número de pontos amostrais nos quais foi aplicado um questionário modelo, com o objetivo de obter informações e dados numéricos que permitissem avaliar apenas o acondicionamento e a coleta local. O questionário modelo, que foi aplicado nos meses de agosto e setembro/88, é apresentado a seguir.

QUESTIONÁRIO MODELO PARA AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ACONDICIONAMENTO E COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PRODUZIDOS EM CAMPINA GRANDE - PB.

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO.

- 1) Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
- 2) Número do trecho na coleta: \_\_\_\_\_
- 3) Nome e número do estrato: \_\_\_\_\_

- 4) Nome e número do substrato: \_\_\_\_\_
- 5) Endereço do(a) entrevistado(a): \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Edifício \_\_\_\_\_  
 Complemento (andar/sala/etc.) \_\_\_\_\_  
 Conjunto \_\_\_\_\_ Quadra \_\_\_\_\_  
 Bairro \_\_\_\_\_
- 6) Tipo de pavimentação da via pública na qual o imóvel está situado:
- Com calçamento em asfalto
- Com calçamento em pedra
- Sem calçamento

## II - CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS DO IMÓVEL.

- 1) Número de pessoas que moram no imóvel: \_\_\_\_\_
- 2) Quantidade e classificação por faixa etária:
- Criança(s)       Jovem(ens)       Adulto(s)
- 3) Número de compartimentos do imóvel:
- Sala(s)       Quarto(s)       Cozinha(s)
- Banheiro(s)       Garagem(ens)
- Outros (Piscina/Sótão/Portão/etc.)
- 4) O imóvel é servido de:
- Água       Esgoto       Luz Elétrica
- 5) Classificação sócio-econômica do imóvel:
- Classe alta       Classe média       Classe baixa

## III - CARACTERIZAÇÃO DO LIXO DOMICILIAR.

- 1) Tipo de resíduo produzido no imóvel:
- Resto de alimentos (verduras/frutas/carnes/etc.)



- Limpeza do banheiro (papel higiênico/restos de cabelo/etc.)
- Jornais, revistas e papéis
- Material plástico
- Material inflamável
- Material tóxico
- Trapos
- Vidro
- Sucata de madeira
- Sucata de metal
- Outros. Quais? \_\_\_\_\_

#### IV - APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NO IMÓVEL.

1) É costume aproveitar o lixo para alguma finalidade?

- Sim                       Não

2) Que tipo de lixo é aproveitado e para que finalidade?

- \_\_\_\_\_  Venda
- \_\_\_\_\_  Alimento para animais
- \_\_\_\_\_  Adubo
- \_\_\_\_\_  Outras finalidades. Quais? \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

#### V - ACONDICIONAMENTO DO LIXO.

1) Qual o tipo de recipiente usado para acondicionar o lixo?

- Saco plástico convencional
- Recipiente metálico

- Recipiente de plástico
- Recipiente de pneu
- Outro. Qual? \_\_\_\_\_

VI - TRANSPORTE DO LIXO.

- 1) O lixo é transportado do imóvel para fora:
- Manualmente
- Com algum equipamento. Qual? \_\_\_\_\_
- 2) Onde ele é colocado depois disso?
- Na calçada (para coleta)
- Em terreno baldio
- Outros. Onde? \_\_\_\_\_
- 3) O acesso dos trabalhadores do carro coletor até o lixo é:
- Fácil                       Normal                       Difícil

VII - OPINIÕES DIVERSAS DO(A) ENTREVISTADO(A).

- 1) O que o Sr. (ou Sr.<sup>a</sup>) acha do Sistema de Limpeza Urbana da cidade de Campina Grande?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- 2) O Sr. (ou Sr.<sup>a</sup>) gostaria de apresentar alguma sugestão para melhorar o Sistema de Limpeza Urbana da cidade de Campina Grande?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## VIII - OBSERVAÇÕES GERAIS.

---

---

---

---

Por outro lado, para a obtenção dos dados referentes ao transporte, varrição, tratamento e destino final, no Sistema de Limpeza Urbana sob investigação, não foi utilizado um procedimento estatístico baseado na Amostragem Casual Estratificada. Isto porque, além das observações *in loco*, a pesquisa de dados específicos, feita junto ao DLP e demais entidades municipais e privadas, revelou-se suficientemente capaz de fornecer todas as informações necessárias para permitir quaisquer de suas avaliações.

A seguir, o Capítulo 4 apresenta a Teoria da Amostragem - empregada na avaliação do acondicionamento e da coleta - que se constitui num instrumento pelo qual também será possível atingir o objetivo deste trabalho.

## CAPÍTULO 4

### TEORIA DA AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

#### 4.1 - Estatística - Conceitos e Considerações Gerais

A Estatística é o estudo por meio do qual uma determinada categoria de fenômenos é distinguida, tornando necessário, para tanto, o uso de modelos matemáticos (probabilísticos) que melhor os explique.

No que diz respeito à sua aplicabilidade, segundo SPIEGEL (45), a Estatística consiste, sobretudo, no uso de métodos científicos para coleta, organização, sumarização, apresentação e análise de dados, bem como na obtenção de conclusões válidas e na tomada de decisões razoáveis, baseadas em tais análises. "*A Estatística é coleta, apresentação, análise e interpretação de dados numéricos*". FONSECA & MARTINS (18).

A parte da Estatística que trata das condições sob as quais conclusões importantes acerca de uma população (número total de elementos de um grupo ou conjunto determinado) podem ser inferidas a partir da análise de uma determinada amostra (pequena parte de uma população) chama-se Estatística Indutiva ou Inferência Estatística (45). Neste campo encontra-se a Teoria da Amostragem, cuja descrição é

apresentada no item seguinte.

#### 4.2 - Teoria da Amostragem

A Teoria de Amostragem é também denominada de Teoria Elementar da Amostragem. Ela trata do estudo das relações existentes entre uma população e as amostras que dela são extraídas. Esta teoria é de grande valor em muitas conjeturas existentes na prática (45).

A fim de que as conclusões da Teoria da Amostragem sejam válidas, as amostras devem ser escolhidas de modo a serem representativas de uma população (45). Uma das maneiras segundo as quais se pode obter uma amostra representativa é o processo denominado Amostragem Probabilística. Neste processo todo elemento de uma população tem a mesma probabilidade de ser incluído na amostra (45). Em outras palavras, todos os elementos da população têm probabilidade conhecida - e diferente de zero - de pertencer à amostra. Caso contrário a amostragem será não-probabilística, segundo COSTA NETO (15).

Segundo essas definições, além de serem distinguidos dois tipos de amostragem - a probabilística e a não-probabilística -, é possível notar que a Amostragem Probabilística implica um sorteio com regras bem determinadas, cuja realização só será possível se a população for finita e totalmente acessível (15).

Por outro lado, ainda de acordo com a referência (15), as técnicas da Estatística Indutiva pressupõem que as amostras utilizadas sejam probabilísticas, o que, muitas vezes, não pode ser conseguido. Em tais casos, no entanto, o bom senso é quem irá indicar quando o processo de amostragem, embora não sendo probabilístico, pode ser para efeitos práticos, considerado como tal. Isso amplia consideravelmente as possibilidades de utilização do método estatístico em geral, pois o acaso será o único responsável por eventuais discrepâncias entre população e amostras, o que é levado em consideração pelos métodos de análise da Estatística Indutiva.

A seguir são dadas algumas das principais técnicas de amostragem probabilística, segundo as referências (15, 18). Estas técnicas poderão também ser usadas de forma combinada, ou não, entre si.

#### (i) Amostragem Simples ao Acaso

Este tipo de amostragem é também denominado de casual simples, aleatória, casual, simples, elementar, randômica, etc. Nela, todos os elementos da população têm igual probabilidade de pertencer à amostra e todas as possíveis amostras têm também igual probabilidade de ocorrer;

#### (ii) Amostragem Sistemática

A Amostragem Sistemática ocorre quando os elementos da população se apresentam ordenados e a retirada dos ele

mentos da amostra é feita periodicamente;

(iii) Amostragem por Conglomerados

Este tipo de amostragem acontece quando a população apresenta uma subdivisão em pequenos grupos, chamados conglomerados, cujos elementos constituirão a amostra. Em outras palavras, as unidades de amostragem, sobre as quais é feito o sorteio, passam a ser conglomerados e não mais os elementos individuais da população;

(iv) Amostragem Múltipla

Na Amostragem Múltipla a amostra é retirada em diversas etapas sucessivas. Em muitos casos as etapas suplementares podem ser dispensadas, em se considerando os resultados observados. Em outras palavras, retira-se uma primeira amostra e, conforme o resultado obtido, é tirada uma segunda amostra, uma terceira, etc.;

(v) Amostragem Estratificada ou Amostragem Casual Estratificada

Este tipo de amostragem, devido ao seu papel importante no desenvolvimento deste trabalho, será visto mais amplamente no item seguinte deste capítulo.

#### 4.3 - Amostragem Estratificada

A Amostragem Estratificada, também chamada de Amos

tragem Casual Estratificada, é uma técnica dentro da Teoria da Amostragem. A sua utilização se dá no caso de existir uma população heterogênea na qual podem ser distinguidas subpopulações mais ou menos homogêneas, denominadas de estratos (18).

Estratificar uma população, portanto, é dividi-la em K subpopulações, denominadas estratos, de tal forma que (18)

$$N_1 + N_2 + \dots + N_k = N \quad \text{Eq. 13}$$

ou

$$\sum_{i=1}^k N_i = N \quad \text{Eq. 14}$$

onde:

$N_i$  = número de elementos "i" em cada estrato;

N = número de elementos totais de uma população.

De acordo com CAVALCANTI (11) e FONSECA & MARTINS (18), os estratos são considerados como homogêneos (internamente) e mutuamente exclusivos, o que permite a obtenção de uma estimativa mais precisa da média de cada estrato analisado, a partir de amostras tomadas nesse estrato. A divisão da população em estratos irá permitir que o sorteio dos elementos para uma dada amostra seja realizado sem levar em consideração a existência de um comportamento substancialmente diverso - na variável de interesse - de estrato para



estrato, uma vez que a característica mais favorecida na a mostra será a da variável do estrato (15). Evidentemente, por tudo isso, a adoção da **Amostragem Casual Estratificada** constitui-se numa vantagem adicional, pois permite o trabalho com amostras de tamanhos menores (15).

Também pode acontecer, em certos casos, que o estrato seja dividido em **subestratos** que sofrem o mesmo processo de amostragem.

Após a determinação dos estratos, são especificados - de acordo com o tipo de Amostragem Estratificada - quantos elementos de cada estrato serão retirados para cada amostra. Geralmente, de acordo com a referência (15), são considerados três tipos de Amostragem Casual Estratificada, a saber:

- 1) **Uniforme**: o número de elementos sorteados de cada estrato é o mesmo para cada amostra. Em geral, este tipo de amostragem é recomendado quando os estratos da população forem, pelo menos, aproximadamente do mesmo tamanho;
- 2) **Proporcional**: a quantidade de elementos sorteada para cada amostra é proporcional ao número de elementos existentes em cada estrato. Esta amostragem é recomendada quando os estratos não são, pelo menos, aproximadamente do mesmo tamanho, fornecendo, assim, amostras mais representativas da população;

- 3) **Ótima:** considera, para cada amostra, um número de elementos proporcional ao número de elementos do estrato e também à variação da variável de interesse no estrato, medida pelo seu desvio-padrão.

*"Pretende-se assim otimizar a obtenção de informações sobre a população, com base no princípio de que, onde a variação é menor, menos elementos são necessários para bem caracterizar o comportamento da variável. Dessa forma, com um menor número total de elementos na amostra, conseguir-se-ia uma quantidade de informação equivalente à obtida nos demais casos. As principais dificuldades para a utilização desse tipo de amostragem residem nas complicações teóricas relacionadas com a análise dos dados e em que, muitas vezes, não podemos avaliar de antemão o desvio-padrão da variável nos diversos estratos."* COSTA NETO (15).

A combinação de todas as estimativas, conseguidas a partir das amostras de cada estrato, fornecerá uma cobertura de toda a população em estudo.

Para a determinação de uma amostra de dimensão tal que  $n$ , segue-se o seguinte roteiro, estabelecido na referência (11):

- a) Em cada estrato e também subestrato, fixa-se uma população amostral  $N$ ; isto é, uma população com  $n$  unidades amostrais ou pontos de controle;

- b) Enumeram-se todos os pontos ou regiões sobre os quais será exercido o controle. Isto será verificado posteriormente, na aplicação desta teoria, no estudo ora apresentado.

Desta forma, ainda com base na referência supracitada (11), é efetuada a partição da população total  $N$ , do conjunto ou do sistema em estratos - que aqui foram denominados de  $H$  - e se obtêm os valores de  $NH_i$ , ou seja, a população total, onde " $i$ " se refere à unidade dentro de um estrato.

O número de amostras  $nh$ , dentro de cada uma das partes que integram a população total do estrato, pode ser obtido através dos seguintes procedimentos descritos por BONINI & BONINI (3) e CAVALCANTI (11), respectivamente:

- 1) Fixando-se o  $n$  da amostra total e, a partir daí, adotando-se o critério proporcional uma amostra qualquer é determinada ao ser aplicada a seguinte equação:

$$nh_i = W_i \cdot nH \quad \text{Eq. 15}$$

onde:

- $nh_i$  = número de amostras num estrato qualquer;  
 $W_i$  = peso ou porcentagem de ponderação " $i$ " qualquer.

- 2) Utilizando-se tabelas que indicam o número mínimo de amostras que devem ser coletadas para uma de

terminada finalidade.

O espaço amostral físico estabelecido deve ser coberto, de forma mais homogênea possível, pela adequada seleção dos valores de NH em todos os estratos. Após essa seleção, os pontos do estrato são assinalados, codificados e associados a uma aleatória que sofrerá um sorteio futuro. Vários são os pontos que devem garantir a aleatoriedade da amostragem, dentro do estrato analisado. Efetua-se, então, um sorteio com reposição e os pontos a serem coletados são marcados e codificados. Essa mesma técnica deve ser aplicada aos demais estratos e, se for o caso, em subestratos (11).

Serão agora apresentadas as equações aplicadas para o cálculo da porcentagem e média, no caso específico da Amostragem Estratificada.

De acordo com BONINI & BONINI (3), se  $NH_1, NH_2, \dots, NH_k$  são elementos de uma população N dentro de um estrato tal que H, ou seja, NH, de forma que

$$\sum_{i=1}^K NH_i = NH \quad \text{Eq. 16}$$

então, o peso ou porcentagem de ponderação,  $W_i$ , do i-ésimo estrato será dado por:

$$W_i = \frac{NH_i}{NH} \quad \text{Eq. 17}$$

De uma forma genérica, na Teoria da Amostragem, as médias populacional e amostral são dadas pelas seguintes

equações, conforme mostra a referência (11):

a) Média Populacional:

$$\bar{u}_p = \frac{\sum_{i=1}^K uH_i}{NH_i} \quad \text{Eq. 18}$$

onde,

$\bar{u}_p$  = média populacional de todos os estratos, onde o subscrito p indica população;

$uH_i$  = dados coletados nos diversos estratos da população a ser amostrada;

$NH_i$  = tamanho total da população ou tamanho do i-ésimo estrato;

$K$  = número total dos estratos.

b) Média Amostral

$$\bar{u}_a = \frac{\sum_{i=1}^K uH_i}{nH_i} \quad \text{Eq. 19}$$

onde,

$\bar{u}_a$  = média amostral de um estrato, onde o subscrito a indica amostra;

$nH_i$  = tamanho da amostra do i-ésimo estrato.

Segundo HALD (22), a média e a variância para a população também podem ser dadas, em se considerando a porcenta

gem de ponderação, respectivamente, por:

$$\bar{u}_p = \sum_{i=1}^K W_i \cdot \bar{u}_{pi} \quad \text{Eq. 20}$$

e

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^K W_i \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^K W_i (\bar{u}_{pi} - \bar{u}_p)^2 \quad \text{Eq. 21}$$

onde,

$\bar{u}_{pi}$  = média "i" qualquer da população.

Segundo a bibliografia especializada (3, 11, 15), ao ser fixado o n da amostra total de um estrato  $H_i$  qualquer e adotado o critério proporcional, uma amostra tal que  $nH_i$  é definida por:

$$nH_i = W_i \cdot nH \quad \text{Eq. 22}$$

Após isto a sua média ( $\bar{u}_a$ ) e desvio-padrão ( $S_a$ ) são calculados. O mesmo procedimento acontece para os demais estratos e subestratos. Vale observar que o desvio-padrão, no caso de Amostragem Estratificada, é sensivelmente menor do que na Amostragem Simples. Desse modo, o procedimento estratificado resulta melhor, porque possibilita identificar, antecipadamente, os elementos não característicos de uma dada população.

Outra vantagem da Amostragem Estratificada sobre a Amostragem Simples é que a variância das médias das possí

veis amostras é menor. É natural, portanto, que sendo os estratos muito homogêneos, a diferença entre suas médias se torne bastante sensível.

A dimensão da amostra total  $nH$ , será:

$$\sum_{i=1}^K nH_i = \sum_{i=1}^K W_i \cdot nH = nH \quad \text{Eq. 23}$$

sendo:

$$\sum_{i=1}^K W_i = 1 \quad \text{Eq. 24}$$

Então, uma estimativa mais precisa da média amostral é dada por:

$$\bar{u}_a = \sum_{i=1}^K W_i \cdot \bar{u}_{ai} \quad \text{Eq. 25}$$

onde,

$\bar{u}_a$  = média dos  $\bar{u}_{ai}$  de todas as possíveis amostras de  $n$  elementos.

A equação genérica da variância da média amostral, em se considerando que as  $K$  amostras são independentes, é dada por:

$$\sigma_{\bar{u}_a}^2 = \sum_{i=1}^K W_i^2 \cdot \frac{\sigma_i^2}{nH_i} \left( \frac{NH_i - nH_i}{NH_i - 1} \right) \quad \text{Eq. 26}$$

A equação da variância que se relaciona à média amos

tral "i" qualquer é definida por:

$$\sigma_{\bar{u}_{ai}}^2 = \frac{\sigma_i^2}{nH_i} \left( \frac{NH_i - nH_i}{NH_i - 1} \right) \quad \text{Eq. 27}$$

Na prática, entretanto, o valor de  $\sigma_i^2$  é desconhecido. Com a finalidade de contornar esta dificuldade faz-se uma substituição que é dada por:

$$\frac{NH_i - 1}{NH_i} \cdot S_i^2 \quad \text{Eq. 28}$$

onde,

$S_i^2$  = estimador da variância relacionado à média amostral.

Desta forma, a Eq. 26, em termos de estimador da variância, se transforma em

$$S_{\bar{u}_a}^2 = \sum_{i=1}^K W_i^2 \cdot S_i^2 \left( 1 - \frac{1}{NH_i} \right) \quad \text{Eq. 29}$$

As se considerar a determinação da proporção, geralmente desconhecida,  $p$ , da população de um estrato (ou subestrato)  $NH$  (ou  $Nh$ ), é mister o uso da seguinte fórmula:

$$p = \sum_{i=1}^K W_i \cdot p_i \quad \text{Eq. 30}$$

onde,

$p_i$  = proporção (incôgnita ou adotada) do  $i$ -ésimo estrato ou subestrato.



A porcentagem da amostra de  $nH_i$  ou  $nh_i$  elementos de um estrato ou subestrato, respectivamente, é denominada de  $p'_i$ . No caso particular de se considerar esta porcentagem, a Eq. 30 se transforma em:

$$p' = \sum_{i=1}^K W_i \cdot p'_i \quad \text{Eq. 31}$$

A variância relacionada à estimação da proporção, para a população, é definida por:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^K W_i^2 \cdot \frac{p_i(1-p_i)}{nH_i} \left( \frac{NH_i - nH_i}{NH_i - 1} \right) \quad \text{Eq. 32}$$

cuja estimativa é dada por:

$$s_{p'}^2 = \sum_{i=1}^K W_i^2 \cdot \frac{p'_i(1-p'_i)}{nH_i} \left( \frac{NH_i - nH_i}{NH_i - 1} \right) \quad \text{Eq. 33}$$

Em resumo, processos de amostragem podem ser utilizados na implantação de atividades de controle ou, por exemplo, em melhorias de determinados tipos de serviço (público ou privado). Dentre os processos de amostragem, a Amostragem Casual Estratificada é bastante recomendável para certo tipo de utilização, *verbi gratia*:

- (i) aplicação aos casos de estratificação de uma cidade em bairros (quando se deseja investigar alguma variável relacionada ao número de habitantes ou famílias servidas, etc.);
- (ii) estratificação de uma população humana em homens e

mulheres, ou por faixas etárias;

(iii) estratificação de uma população de estudantes confor  
me suas especializações, etc.

Pelo exposto acima, verifica-se que este tipo de a  
mostragem é o ideal para ser aplicado no levantamento de da  
dos referentes as condições atuais do acondicionamento e co  
leta no Sistema de Limpeza Urbana local - haja vista o con  
siderável grau de heterogeneidade com que ambas as fases  
são executadas na cidade de Campina Grande. Tal aplicação é  
mostrada no Capítulo 5, a seguir.

## CAPÍTULO 5

### APLICAÇÃO DA TEORIA DA AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA PARA O ACONDICIONAMENTO E A COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

#### 5.1 - Considerações Gerais

Neste trabalho foi utilizada a Amostragem Estratificada - cuja teoria foi vista anteriormente -, para a obtenção de informações sobre as condições de armazenamento e coleta dos resíduos sólidos da cidade de Campina Grande, na Paraíba. Tais informações foram colhidas sob a forma de um questionário, cujo modelo foi exposto no Capítulo 3.

O objetivo principal da aplicação deste questionário se reporta à apresentação final, a partir de uma análise minuciosa dos dados obtidos, de sugestões para otimizar as condições de armazenamento e coleta do Sistema de Limpeza Urbana sob estudo.

Com vistas à formação dos estratos (aqui denominados também de sistemas principais) referentes as fases de acondicionamento e coleta do sistema sob investigação, faz-se necessário dar as explicações a seguir.

O Departamento de Limpeza Pública - DLP, órgão da Se

cretaria de Serviços Urbanos - SSU, de Campina Grande, é responsável, entre outros, pelos serviços básicos e complementares de coleta domiciliar, limpeza de logradouros e disposição final dos resíduos sólidos recolhidos, abrangendo praticamente toda a cidade.

Vale notar que este Departamento, por meio de veículo motorizado, realiza coletas de porta em porta nas ruas pavimentadas e naquelas que permitem o tráfego permanente. Nos locais onde há grande produção de lixo (mercados públicos, popularmente chamados de *feira*, por exemplo) e nas residências não servidas pela coleta de porta em porta, o atendimento é feito por meio de caixas coletoras (caçambas estacionárias). Existe também um certo número de locais onde a coleta é feita por tração animal devido, entre outros fatores, à topografia acidentada do terreno, impossibilitando o uso de outros tipos de transportes coletores de lixo.

Finalmente, como na grande maioria das cidades brasileiras, cita-se a existência de locais onde não há nenhum método de coleta. Isto se deve a vários fatores, *verbi gratia*: dificuldades de acesso ao local, distância, etc.

As situações acima descritas mostram bem a heterogeneidade que caracteriza o acondicionamento e a coleta do Sistema de Limpeza Urbana sob estudo. Justifica-se, portanto, a aplicação de uma Teoria de Amostragem que permita homogeneizar os diversos casos existentes (aqui denominados de sistemas principais com **substratos**) para a aplicação do questionário supracitado.

A metodologia aplicada e os respectivos cálculos, dentro da Teoria da Amostragem Estratificada, visando a obtenção do número total de amostras para a aplicação do questionário, são apresentados nos itens subseqüentes.

## 5.2 - Formação dos Sistemas Principais e de seus Substratos

A aplicação da técnica de Amostragem Estratificada, nos casos particulares do acondicionamento e da coleta, neste trabalho, requer que sejam feitas as seguintes considerações:

- (a) O sistema analisado em uma certa população deve ser dividido em estratos ou sistemas principais, de acordo com suas características em relação ao propósito do estudo.

Estes estratos (sistemas principais) irão, portanto, servir de base para a análise do Sistema de Limpeza Urbana em particular e, também, serão úteis para auxiliar na análise geral das considerações de armazenamento e coleta dos resíduos sólidos da cidade de Campina Grande;

- (b) Em se considerando que os sistemas principais apresentam, neste trabalho, características populacionais diferentes, é mister que estes sejam subdivididos em substratos. Tais substratos, portanto, também são passíveis

veis de sofrer o processo de Amostragem Estratificada.

Com vistas a uma melhor interpretação, não somente da formação dos sistemas principais e de seus substratos, mas também das fórmulas da Amostragem Estratificada utilizadas neste trabalho, adota-se a seguinte nomenclatura:

$N$  = número de elementos da população total a sofrer o processo de Amostragem Estratificada;

$H_i$  = estrato ou sistema principal;

" $i$ ", representa a unidade dentro do estrato ou do substrato, onde assume as faixas de  $i(I,k)$  e  $i(1,k)$  elementos, respectivamente;

$h_{i(sp)}$  = subestrato " $i$ " qualquer dentro de um estrato ou sistema principal indicado por  $sp$ ;

$NH_i$  = número de elementos da população total de um estrato;

$Nh_{i(sp)}$  = número de elementos da população total de um subestrato tal que " $i$ " dentro de um sistema principal (estrato) indicado por  $sp$ ;

$nH_i$  = número total de elementos na amostra de um estrato (sistema principal), e

$nh_{i(sp)}$  = número total de amostras de um subestrato tal que " $i$ " dentro de um sistema principal.

Em resumo: Na nomenclatura adotada,  $N$  sempre se refere à população e  $n$  à amostra.

Ademais, a formação geral dos estratos,  $H_i$ , e de

seus subestratos,  $h_1$ , foi feita com base nos dados observados pelo acompanhamento dos serviços do DLP de Campina Grande, da seguinte forma:

- (i) **Sistema Principal I ( $H_I$ )**: este estrato é composto pelos pontos onde há coleta de lixo (diurna ou noturna) por meio de veículo motorizado.

Tal sistema foi subdividido em se considerando que existiam certas características, em relação aos trechos de coleta, como por exemplo: ruas com e sem pavimentação e sua importância em relação ao bairro a que pertencem. Desta forma, os subestratos obtidos foram assim classificados:

- a) Ruas pavimentadas, nas quais é feita a coleta diurna:  $h_{1(I)}$ ;
- b) Ruas pavimentadas, nas quais é feita a coleta noturna:  $h_{2(I)}$ ;
- c) Ruas sem pavimentação:  $h_{3(I)}$ ;
- d) Ruas principais, pavimentadas:  $h_{4(I)}$ ;
- e) Ruas principais, não pavimentadas:  $h_{5(I)}$ .

É importante observar que a simbologia utilizada é de fácil interpretação, *verbi gratia*,  $h_{1(I)}$  constitui-se no primeiro subestrato pertinente ao sistema principal I.

- (ii) **Sistema Principal II ( $H_{II}$ )**: este sistema se reporta aos pontos onde há coleta de lixo via caixa coletora (caçamba estacionária).

De forma similar ao sistema  $H_I$ , também este sistema apresenta características populacionais bem diferentes entre si, sobretudo no que diz respeito ao tipo de uso da caixa coletora. Desta forma, tornou-se necessária a sua classificação nos seguintes substratos:

- a) Caçambas estacionárias destinadas para o apoio à varrição:  $h_{1(II)}$ ;
- b) Caixas coletoras destinadas tanto para o apoio de um sistema de coleta convencional quanto para o uso exclusivo da coleta domiciliar:  $h_{2(II)}$ ;
- c) Caçambas estacionárias destinadas para o apoio ao sistema de coleta via tração animal:  $h_{3(II)}$ ;
- d) Caixas coletoras destinadas para o recolhimento do lixo de entidades:  $h_{4(II)}$ .

(iii) Sistema Principal III ( $H_{III}$ ): este estrato foi formado pelos pontos onde não há coleta de lixo.

A análise das informações sobre este sistema mostrou que ele também se divide em substratos, a saber:

- a) Pontos localizados em bairros onde não há qualquer espécie de coleta:  $h_{1(III)}$ ;
- b) Pontos que não são atendidos pelo serviço de coleta, mas que ficam dentro de trechos nos quais a coleta acontece nos dias pares e períodos diurnos:  $h_{2(III)}$ ;
- c) Pontos que não são atendidos pela coleta domicili



ar, mas que estão localizados dentro de trechos onde a coleta é feita nos dias ímpares e período diurno:  $h_3(\text{III})$ .

- (iv) **Sistema Principal IV ( $H_{IV}$ )**: este sistema corresponde aos pontos onde a coleta de lixo é feita por meio de veículos que utilizam a tração animal.

Este sistema é bastante diferente dos demais e, embora tenha sido subdividido, os seus subestratos não foram computados na aplicação da técnica da Amostragem Estratificada. A razão é que, devido ao número restrito de locais que são atendidos por esta forma de coleta, levou-se em consideração que, para ser obtida uma maior precisão, era necessário uma amostra de tamanho igual ao número de pontos que compunham a região amostral. Em outras palavras, a população amostral de cada subestrato foi fixada como sendo idêntica ao número de amostras deste subestrato. Assim, segundo este critério, verificou-se que a aplicação do questionário em apenas um ponto do mesmo bairro seria o suficiente para cobrir toda a população amostral do bairro pesquisado. De qualquer forma, é conveniente mostrar sua classificação em subestratos, ou seja:

- a) Ponto no bairro da Catingueira:  $h_1(\text{IV})$ ;
- b) Ponto no bairro do Jeremias:  $h_2(\text{IV})$ ;
- c) Ponto no bairro do Pedregal:  $h_3(\text{IV})$ .

A população total que foi amostrada (Ver Anexo II), e

que se constituiu na população amostral do sistema analisado, foi levantada por meio de mapas e informações obtidas a partir do acompanhamento dos serviços executados pelo Departamento de Limpeza Pública local. Ela foi fixada em 322 pontos, considerados como suficientes para cobrir todo o espaço amostral do sistema investigado. Entretanto, a população total a ser amostrada, ou melhor, submetida à técnica da Amostragem Estratificada, foi fixada em 319 pontos. Portanto, três pontos - aqueles pertinentes ao sistema principal IV - foram considerados como fixos, não sendo, conseqüentemente, submetidos à referida técnica.

Com a aplicação da técnica da Amostragem Estratificada, obteve-se um total de 80 (oitenta) amostras, que somadas às outras três previamente fixadas para o estrato  $H_{IV}$ , perfizeram um total de 83 (oitenta e três) amostras, para a avaliação do acondicionamento e da coleta no Sistema de Limpeza Urbana da cidade de Campina Grande.

A metodologia aplicada, para este caso específico, foi feita, então, de acordo com o seguinte roteiro:

- a) Inicialmente, a partir das informações obtidas *in loco* e no DLP da cidade amostrada, foram fixados os valores das populações dos sistemas principais passíveis de sofrer amostragem estratificada;
- b) Logo após esta estimativa, foi levantada uma amostra - piloto de forma que, para cada 4 (quatro) amostras, escolheu-se uma, independentemente do tipo de sistema princi

pal considerado. Desta forma, obteve-se o valor total de amostras,  $nH$ , que cobririam o sistema.

Os valores dos  $nH_i$ , ou seja, o número de amostras para cada sistema principal considerado é então calculado a partir da Eq. 15; ou seja, relacionando-se a porcentagem de ponderação com o valor total  $nH$ .

É mister observar que na aplicação das equações de amostragem, nos substratos, a estimativa dos  $nH_i$  deve permanecer a mesma.

- c) Em cada substrato de qualquer que seja o sistema principal considerado, foi admitida uma população tal que  $Nh_i(sp)$ . A adoção desta medida foi feita com base nas características particulares de cada um dos sistemas principais analisados, obtidas através de informações, observações *in loco*, etc. Tal população sofreu, posteriormente, o processo de amostragem; ou seja, em cada substrato foi fixado o número de amostras de forma tal que seu somatório perfizesse o valor total de amostras, determinado anteriormente para cada estrato em particular;
- d) A partir dos valores conhecidos da população ( $Nh_i$ ) e do número de amostras ( $nh_i$ ) dos substratos, respectivamente, foram calculadas as porcentagens desconhecidas,  $p_i^f$ ;
- e) A última etapa desta metodologia se constitui na verificação da estimativa e da variância da porcentagem desconhecida dos substratos.

A seguir, é exposta a aplicação da Teoria da Amostragem Estratificada nos sistemas principais pertinentes a este trabalho.

### 5.3 - Aplicação da Teoria no Sistema em Estudo

Como já foi exposto no roteiro do item anterior, as informações fornecidas pelo DLP, e também as que foram obtidas *in loco*, permitiram que a população inicial a ser amostrada fosse considerada, em princípio, sobre apenas três estratos com 319 (trezentos e dezenove) pontos ou unidades. Com base em tais observações, a técnica da amostragem foi utilizada conforme se apresenta nos cálculos a seguir.

(a) Valores das populações dos sistemas principais amostrados.

$$NH_I = 268$$

$$NH_{II} = 32$$

$$NH_{III} = 19$$

sendo que, de acordo com a Eq. 16, tem-se:

$$NH = \sum_{i=I}^{III} NH_i = 268 + 32 + 19 = 319$$

(b) Valores das porcentagens de ponderação, determinados a partir da Eq. 17.

$$W_I = \frac{268}{319} = 0,840$$

$$W_{II} = 0,100$$

$$W_{III} = 0,060$$

onde, segundo a Eq. 24,  $W = \sum_{i=I}^{III} W_i = 1,00$

Considerando-se que foi levantada uma amostragem-piloto, cujo resultado mostrou que para cada 4 (quatro) amostras é possível se determinar uma (1), obtêm-se, então, o número total de amostras dado por:

$$nH = \frac{NH}{4} \quad \text{Eq. 34}$$

ou seja,

$$nH = \frac{319}{4} = 80$$

Aplicando-se a Eq. 15, de modo que se obtenha os valores dos  $nH_i$  pertinentes a cada sistema principal investigado, vem que:

$$nH_I = 0,840 \times 80 = 67$$

$$nH_{II} = 8$$

$$nH_{III} = 5$$

portanto, de acordo com a Eq. 23, tem-se:

$$nH = \sum_{i=I}^{III} nH_i = 80$$

Parte-se agora para a análise de cada sistema principal em particular, a saber:

(i) **Sistema Principal I** ( $H_I$ ): a população deste sistema foi fixada em 268 e a partição dos  $Nh_i$ , ou seja, a formação numérica dos substratos, foi feita a partir dos dados obtidos no DLP e de observações *in loco*, como se segue:

$$Nh_{1(I)} = 90$$

$$Nh_{2(I)} = 21$$

$$Nh_{3(I)} = 85$$

$$Nh_{4(I)} = 67$$

$$Nh_{5(I)} = 5$$

Portanto, a população amostral do estrato I é dada por:

$$NH_I = \sum_{i=1}^5 Nh_{i(I)} = 268$$

Os valores das correspondentes porcentagens de ponderação são dados por:

$$W_{1(I)} = 0,336$$

$$W_{2(I)} = 0,078$$

$$W_{3(I)} = 0,317$$

$$W_{4(I)} = 0,250$$

$$W_{5(I)} = 0,019$$

cujo somatório resulta, obviamente, numa unidade, isto é:

$$W_I = \sum_{i=1}^5 W_{i(I)} = 1,000$$

O número de amostras para cada substrato acima espe

cificado foi fixado (tendo em vista as razões anteriormente expostas; ou seja, informações sobre o espaço ocupado pelos pontos de coletas, observações *in loco*, mapas, etc.) como se segue:

$$nh_{1(I)} = 25$$

$$nh_{2(I)} = 8$$

$$nh_{3(I)} = 17$$

$$nh_{4(I)} = 15$$

$$nh_{5(I)} = 2$$

O somatório das amostras acima especificadas resulta em 67 (sessenta e sete) já que, ao se levantar a amostragem-piloto, tem-se:

$$nh_I = \frac{NH_I}{4} = 67$$

ou seja, neste sistema deverão ser tomadas 67 amostras dadas por:

$$nh_I = \sum_{i=1}^5 nh_{i(I)} = 25 + 8 + 17 + 15 + 2 = 67 \text{ amostras}$$

A fim de verificar se a estimativa acima está correta, procede-se, inicialmente, à determinação da porcentagem,  $p'$ , de cada substrato pertencente ao sistema sob investigação, em se aplicando a seguinte equação:

$$P'_{i(sp)} = \frac{nh_{i(sp)}}{Nh_{i(sp)}} \quad \text{Eq. 35}$$

ou seja,

$$P'_{1(I)} = 0,278$$

$$P'_{2(I)} = 0,318$$

$$P'_{3(I)} = 0,200$$

$$P'_{4(I)} = 0,224$$

$$P'_{5(I)} = 0,400$$

Logo, no sistema principal I, a porcentagem total relacionada ao número de amostras é dada a partir da Eq. 31, a saber:

$$P'_I = P'_{1(I)} \cdot W_{1(I)} + P'_{2(I)} \cdot W_{2(I)} + \dots + P'_{5(I)} \cdot W_{5(I)} \quad \text{Eq. 36}$$

Substituindo-se os valores correspondentes das porcentagens desconhecida e de ponderação, respectivamente, na Eq. 36, vem que:

$$P'_I = 0,250 \text{ ou } 25\%$$

A estimativa do desvio-padrão, relacionada à determinação desta porcentagem, é dada a partir da Eq. 33, ou seja:

$$S^2_{P'_I} = \sum_{i=1}^5 \frac{W_{i(I)}^2 \cdot P'_{i(I)} (1 - P'_{i(I)})}{nh_{i(I)}} \left( \frac{Nh_{i(I)} - nh_{i(I)}}{Nh_{i(I)} - 1} \right) \quad \text{Eq. 37}$$

A substituição dos devidos valores, nos parâmetros supracitados, conduz ao resultado final de:

$$S_{P'_I} = 0,045 \text{ ou } 4,5\%$$

O resultado obtido, de 4,5%, em relação a 25% (valor total da porcentagem do sistema principal I) pode ser



considerado como insignificante. Portanto, a estimativa feita é aceitável.

Ademais, as 67 amostras que devem cobrir os subestratos, anteriormente definidos, foram distribuídas aleatoriamente pelos diversos bairros que integram os trechos de coleta domiciliar executada pelo DLP. Tal distribuição está indicada no Anexo II.

- (ii) **Sistema Principal II** ( $H_{II}$ ): este sistema, como já foi definido anteriormente, identifica os pontos onde a coleta é feita por meio de caixas coletoras. É um sistema que se distribui por 32 (trinta e dois) pontos diferentes da cidade, para atender a fins variados e a uma população - em termos de número de usuários - desconhecida.

A população amostral, ou melhor, o número total de amostras que deve cobrir este sistema foi fixado em 8 (oito). Em outras palavras, com a aplicação da técnica da Amostragem Estratificada, foi verificado que, para este estrato, 8 (oito) unidades eram suficientes e a estimativa correspondente era aceitável.

Apresenta-se, a seguir, o resumo dos cálculos efetuados, restringindo-se as explicações já que foi seguido o mesmo procedimento descrito para o sistema principal do item anterior.

- (a) População dos subestratos do sistema principal II.

$$N_{h_1(II)} = 7$$

$$Nh_{2(II)} = 9$$

$$Nh_{3(II)} = 3$$

$$Nh_{4(II)} = 13$$

ou seja,

$$NH_{II} = \sum_{i=1}^4 Nh_{i(II)} = 32$$

(b) A porcentagem de ponderação de cada substrato, com relação à população total ( $NH_{II}$ ), é dada por:

$$W_{1(II)} = 0,219$$

$$W_{2(II)} = 0,281$$

$$W_{3(II)} = 0,094$$

$$W_{4(II)} = 0,406$$

onde,

$$W_{II} = \sum_{i=1}^4 W_{i(II)} = 1,000$$

(c) O número de amostras para cada substrato foi fixado como se segue:

$$nh_{1(II)} = 1$$

$$nh_{2(II)} = 2$$

$$nh_{3(II)} = 1$$

$$nh_{4(II)} = 4$$

perfazendo um total de 8 amostras, ou seja:

$$nh_{II} = \sum_{i=1}^4 nh_{i(II)} = 8$$

ou

$$nh_{II} = \frac{NH_{II}}{4} = \frac{32}{4} = 8$$

(d) As porcentagens para cada substrato do sistema principal II, em se utilizando a Eq. 35, são dadas por:

$$P'_{1(II)} = 0,143$$

$$P'_{2(II)} = 0,222$$

$$P'_{3(II)} = 0,333$$

$$P'_{4(II)} = 0,308$$

e a porcentagem total é dada ao se aplicar a Eq. 36, a saber:

$$P'_{II} = 0,249 \quad \text{ou} \quad 25\%$$

(e) A estimativa do desvio-padrão é feita de forma si milar àquela do sistema principal I, isto é, aplica cando-se a Eq. 33, que resulta em:

$$S_{P'_{II}} = 0,056 \quad \text{ou} \quad 6\%$$

Comparando-se o valor de 6%, em relação a 25%, ve rifica-se que a diferença é significativa. Portanto, a estimativa feita para o sistema principal II também é satisfatória.

É interessante observar que, para o caso particu

lar do subestrato  $h_{4(II)}$ , as 4 (quatro) amostras assinaladas para cobrir os pontos nos quais existem caixas coletoras, destinadas ao uso por entidades, foram distribuídas da seguinte maneira: hospital, cemitério, empresa e corporação policial-militar, simultaneamente. Desta forma, foi coberto todo o espaço amostral envolvendo este subestrato.

A distribuição das 8 (oito) amostras, para este sistema principal, está indicada no Anexo II.

(iii) **Sistema Principal III ( $H_{III}$ )**: este sistema, a partir de informações e observações *in loco*, enlobou 19 diferentes lugares da cidade de Campina Grande. Além disto, nele foram estabelecidas 5 (cinco) amostras e a aplicação da técnica da Amostragem Estratificada mostrou os seguintes resultados:

(a) População dos subestratos para o sistema sob análise.

$$Nh_{1(III)} = 4$$

$$Nh_{2(III)} = 8$$

$$Nh_{3(III)} = 7$$

onde,

$$NH_{III} = \sum_{i=1}^3 Nh_{i(III)} = 19$$

(b) Porcentagem de ponderação resultante da definição

dos subestratos.

$$W_{1(III)} = 0,211$$

$$W_{2(III)} = 0,421$$

$$W_{3(III)} = 0,368$$

onde,

$$W_{III} = \sum_{i=1}^3 W_{i(III)} = 1,000$$

(c) Número de amostras assinalado para cada subestrato especificado em (a).

$$nh_{1(III)} = 1$$

$$nh_{2(III)} = 2$$

$$nh_{3(III)} = 2$$

onde,

$$nh_{III} = \sum_{i=1}^3 nh_{i(III)} = 5$$

ou ainda, devido a amostragem-piloto:

$$nh_{III} = \frac{NH_{III}}{4} = \frac{19}{4} \approx 5$$

(d) Porcentagens referentes ao número de amostras de cada subestrato.

$$P'_{1(III)} = 0,250$$

$$P'_{2(III)} = 0,250$$

$$P'_{3(III)} = 0,286$$

onde, de acordo com a Eq. 36, tem-se:

$$P'_{III} = \sum_{i=1}^3 \left( W_{i(III)} \cdot P'_{i(III)} \right)$$

ou seja,

$$P'_{III} = 0,263 \quad \text{ou} \quad 26\%.$$

(e) Estimativa do desvio-padrão, Eq. 33, resulta em:

$$S'_{P_{III}} = 0,091 \quad \text{ou} \quad 9,1\%.$$

Neste caso, há ainda uma considerável diferença entre 26% e 9,1%. Trata-se, pois, de uma estimativa razoável e que é considerada como satisfatória, já que o estrato em questão é praticamente idêntico. Em outras palavras, as informações fornecidas pelos pontos amostrados são bastante semelhantes entre si. O Anexo II mostra os pontos que compõem este sistema principal investigado.

- (iv) **Sistema Principal IV ( $H_{IV}$ ):** este sistema principal não foi submetido à técnica da Amostragem Estratificada. Isto se deveu ao fato de que em Campina Grande o número de locais que são atendidos pelo sistema de coleta por tração animal é bastante restrito. Deste modo, considerando-se que os 3 (três) bairros atendidos por este tipo de serviço são bastante semelhantes en

tre si (em relação às suas características topográficas, sócio-econômicas, sanitárias, etc.), concluiu-se que uma única informação, em cada um dos bairros, era suficiente para cobrir todo o substrato (ou, no caso, o bairro em particular). Portanto, o número de amostras foi considerado como sendo igual à população a ser amostrada, ou seja:

$$nh_{IV} = Nh_{IV} = 3$$

Finalizando, o somatório do número de amostras pertinentes a cada sistema principal investigado resultou, portanto, no número total de amostras a ser assinalado, ou seja:

$$nH = \sum_{i=1}^{IV} nH_i = 83 \text{ amostras}$$

Pelo exposto acima, foram assinaladas 83 (oitenta e três) amostras, consideradas como suficientes para se obter uma avaliação do acondicionamento e coleta no Sistema de Limpeza Urbana dos resíduos sólidos na cidade de Campina Grande.

Os números obtidos a partir da aplicação do processo da Amostragem Estratificada ao acondicionamento e coleta do Sistema de Limpeza Urbana investigado estão indicados na Tabela 17 deste capítulo. Além disto, os pontos (aqui denominados de amostras) onde foram aplicados os questionários estão assinalados nos Anexos II e III.

Tabela 17 - Resumo dos Dados Obtidos Através da Aplicação da Teoria da Amostragem Estratificada

Sistema Principal ou Estrato	Número de Elementos da População Total do Estrato	Substrato	Número de Elementos da População Total do Substrato	Porcentagem de Ponderação do Substrato	Número Total de Amostras do Substrato	Número Total de Elementos na Amostra do Estrato	Porcentagem Total do Estrato	Estimativa do Desvio- Padrão	Observação
$H_i$	$NH_i$	$h_{i(sp)}$	$Nh_{i(sp)}$	$w_{i(sp)}$	$nh_{i(sp)}$	$nH_i$	$p'_i$	$S_{p'_i}$	
$H_I$	268	$h_1(I)$	90	0,336	25	67	25%	4,5%	
		$h_2(I)$	21	0,078	8				
		$h_3(I)$	85	0,317	17				
		$h_4(I)$	65	0,250	15				
		$h_5(I)$	5	0,019	2				
$H_{II}$	32	$h_1(II)$	7	0,219	1	8	25%	6,0%	
		$h_2(II)$	9	0,281	2				
		$h_3(II)$	3	0,094	1				
		$h_4(II)$	13	0,406	4				
$H_{III}$	19	$h_1(III)$	4	0,211	1	5	26%	9,1%	
		$h_2(III)$	8	0,421	2				
		$h_3(III)$	7	0,368	2				
$H_{IV}$	3	$h_1(IV)$	1	-	1	3	-	-	Estrato não submetido ao processo de amostragem
		$h_2(IV)$	1	-	1				
		$h_3(IV)$	1	-	1				
<b>TOTAL</b>	322	15	322	-	83	83	-	-	



A partir das informações, obtidas *in loco* e através do questionário anteriormente apresentado, foi possível observar a realidade dentro da qual funciona, diariamente, o Sistema de Limpeza Urbana local. A tabulação destas informações (dados) está apresentada no Capítulo 6, a seguir.

## CAPÍTULO 6

### APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

#### 6.1 - Generalidades

No transcurso da obtenção de amostras relativas ao acondicionamento e coleta no Sistema de Limpeza Urbana de Campina Grande, foram visitados 83 (oitenta e três) imóveis. Neles foi aplicado o questionário modelo, apresentado no Capítulo 3, com o intuito de se coletar o máximo de informações possíveis sobre as condições atuais deste sistema.

O número de imóveis visitados é o mesmo que foi determinado pela aplicação da Teoria da Amostragem Estratificada (Ver Capítulo 5). Os pontos amostrais determinados através do uso da teoria supracitada, que compõem os diversos estratos e subestratos do universo amostral, estão assinalados nas tabelas que integram o Anexo II e nos mapas indicados no Anexo III.

Os dados referentes ao transporte, varrição, tratamento e/ou destino final do lixo, o Sistema de Limpeza Urbana local, resultaram de informações obtidas junto ao Departamento de Limpeza Pública - DLP e demais entidades municípais e privadas de Campina Grande.

O estudo efetuado a partir destes dados e das observações in loco, o que permite estabelecer associações entre as respostas obtidas e uma maior ou menor eficiência do sistema, é apresentado nos itens seguintes deste capítulo.

## 6.2 - Aspectos Quantitativos do Sistema de Limpeza Urbana

Para o estudo do Sistema de Limpeza Urbana existente na cidade de Campina Grande, considerou-se a população urbana de 283.418 habitantes - previsão para o ano de 1987 (Ver Tabela 8) -, bem como os procedimentos e valores recomendados no *Manual de Tratamento e Disposição de Lixo* elaborado pelo IBAM (4). Deste modo, partindo-se dos valores do peso específico dos refugos (g) e do volume específico dos refugos (v), obtidos no manual supracitado, a estimativa da produção diária do lixo, em Campina Grande, apresentou os seguintes valores:

$$\begin{aligned} \text{a) Peso diário} &= (g) \cdot (\text{população}) && \text{Eq. 38} \\ &= (0,5 \text{ kg/hab/dia})(283.418 \text{ habitantes}) \\ &= 141,709 \text{ toneladas/dia;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Volume diário} &= (v) \cdot (\text{população}) && \text{Eq. 39} \\ &= (0,002 \text{ m}^3/\text{hab/dia})(283.418 \text{ habitantes}) \\ &= 567 \text{ m}^3/\text{dia, e} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Peso específico aparente} &= \frac{g}{v} && \text{Eq. 40} \\ &= \frac{0,5 \text{ kg/hab/dia}}{0,002 \text{ m}^3/\text{hab/dia}} \\ &= 250 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Para a quantificação do lixo produzido nos hospitais e laboratórios, foi calculado o volume - pelo DLP - com base em medições reais a partir das caixas coletoras, de volume conhecido. Isto permitiu chegar ao cálculo de um volume de 17,29 m<sup>3</sup>/dia e peso específico de 200 kg/m<sup>3</sup>. Assim sendo, chegou-se aos seguintes valores:

Peso total coletado = v.d = 3.458 kg/dia

Relação kg/leito/dia(média) = 1,98 (Ver Tabela 11), o que está dentro das normas brasileiras que estimam valores entre 1,00 a 3,00 kg/leito/dia.

### 6.3 - Apresentação dos Dados de Campo para o Acondicionamento e a Coleta

A partir do questionário (aplicado nos pontos assinalados nos Anexos II e III) os dados obtidos foram compilados e estão apresentados nas Tabelas 18 a 41 deste capítulo. No entanto, é oportuno lembrar que cada tipo de tabela é padronizado para todos os estratos e apresenta colunas que são codificadas através de letras.

A seguir são apresentadas as Tabelas 18 a 41, citadas anteriormente.

Tabela 18 - Dados de Identificação do Sistema Principal (ou Estrato)  $H_I$

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO $H_I$					
	NÚMERO DE TRECHOS DE COLETA	NÚMERO DE BAIRROS	TIPO DE PAVIMENTAÇÃO DA VIA PÚBLICA			TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ $nh_{i(sp)}$
			Asfalto	Pedra	Sem calçamento	
SUBESTRATOS						
$h_1(I)$	15	15	7	18	-	25
$h_2(I)$	3	3	8	-	-	8
$h_3(I)$	15	14	-	-	17	17
$h_4(I)$	15	13	9	6	-	15
$h_5(I)$	2	2	-	-	2	2
COLUNA	A	B	C			
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)						67

Tabela 19 - Características Sócio-Econômicas do Sistema Principal (ou Estrato) H<sub>I</sub>

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO H <sub>I</sub>										TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ nh <sub>l(sp)</sub>
	NÚMERO MÉDIO DE PESSOAS POR IMÓVEL	CLASSIFICAÇÃO MÉDIA POR FAIXA ETÁRIA			INSTALAÇÕES NO IMÓVEL			CLASSIFICAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA			
		Crianças	Jovens	Adultos	Água	Esgoto	Luz elétrica	Classe alta*	Classe média**	Classe baixa***	
h <sub>1(I)</sub>	5	1	1	3	25	20	25	-	17	8	25
h <sub>2(I)</sub>	4	-	-	4	7	7	8	-	6	2	8
h <sub>3(I)</sub>	5	1	1	3	16	7	16	-	7	10	17
h <sub>4(I)</sub>	4	-	1	3	14	9	15	1	10	4	15
h <sub>5(I)</sub>	4	-	1	3	2	1	2	-	1	1	2
COLUNA	A	B			C			D			
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)											67

\* de 1 a 30 salários mínimos

\*\* de 1 a 5 salários mínimos

\*\*\* de 1 a 3 salários mínimos

Fonte: DIEESE - João Pessoa/88.

Tabela 20 - Caracterização do Lixo Domiciliar no Sistema Principal (ou Estrato)  $H_I$

<b>ESTRATO <math>H_I</math></b>						
Substratos Componentes	$h_1(I)$	$h_2(I)$	$h_3(I)$	$h_4(I)$	$h_5(I)$	Coluna
RESTOS DE ALIMENTO	23	6	13	8	1	A
LIMPEZA DO BANHEIRO	23	7	16	10	2	
JORNAIS, RE- VISTAS PAPEIS	12	5	8	3	1	
MATERIAL PLÁSTICO	19	7	8	7	-	
MATERIAL INFLAMÁVEL	1	2	1	1	-	
MATERIAL TÓXICO	2	-	3	-	-	
TRAPOS	3	-	2	1	-	
VIDRO	6	1	3	1	-	
SUCATA DE MADEIRA	4	1	3	-	-	
SUCATA DE METAL	6	4	-	1	-	
OUTROS	-	-	1	1	-	
Total de ocorrências nos resíduos na composição do lixo	99	33	58	33	4	
Total de amostras para o substrato/ $nh_{i(sp)}$	25	8	17	15	2	67

Tabela 21 - Aproveitamento de Resíduos no Sistema Principal (ou Estrato)  $H_I$

SUBSTRATOS	NÚMERO DE CASOS DE APROVEITAMENTO	DESTINADO APROVEITAMENTO				TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBSTRATO/ $nh_i(sp)$
		VENDA	ALIMENTO PARA ANIMAIS	ADUBO	OUTROS	
$h_1(I)$	19	1	17	-	8	25
$h_2(I)$	3	1	2	-	1	8
$h_3(I)$	8	1	7	-	-	17
$h_4(I)$	7	2	5	-	3	15
$h_5(I)$	1	-	1	-	-	2
<b>COLUNA</b>	<b>A</b>	<b>B</b>				67
<b>TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)</b>						



Tabela 22 - Acondicionamento do Lixo no Sistema Principal (ou Estrato) H<sub>I</sub>

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO H <sub>I</sub>					TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ nh (isp)
	TIPO DE RECIPIENTE USADO					
SUBESTRATOS	SACO PLÁSTICO CONVENCIONAL	RECIPIENTE METÁLICO	RECIPIENTE DE PLÁSTICO	RECIPIENTE DE PNEU	CAIXA DE MADEIRA, CAIXA DE PAPELÃO, SACOS DE PAPEL E OUTROS	
h <sub>1</sub> (I)	11	2	19	20	2	25
h <sub>2</sub> (I)	3	-	4	6	3	8
h <sub>3</sub> (I)	7	6	11	12	1	17
h <sub>4</sub> (I)	4	2	11	9	3	15
h <sub>5</sub> (I)	1	-	2	2	-	2
COLUMNA	A					
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)						67

Tabela 23 - Transporte do Lixo no Sistema Principal (ou Estrato) H<sub>I</sub>

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO H <sub>I</sub>										TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ nh <sub>i</sub> (sp)
	FORMA DE TRANSPORTE		LUGAR ONDE O LIXO É COLOCADO				ACESSO DA GUARNIÇÃO				
SUBESTRATOS	MANUAL		CALÇADA (PARA COLETA)				TERRENO BALDIO				
	COM EQUIPAMENTO		OUTROS				FÁCIL				
h <sub>1</sub> (I)	24	1	19	3	3	21	-	-	4	25	
h <sub>2</sub> (I)	8	-	8	-	-	8	-	-	-	8	
h <sub>3</sub> (I)	16	1	10	4	3	11	-	-	6	17	
h <sub>4</sub> (I)	15	-	10	1	4	13	-	-	2	15	
h <sub>5</sub> (I)	2	-	1	1	-	2	-	-	-	2	
COLONA	A		B				C				67
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)											

Tabela 24 - Dados de Identificação do Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{II}$

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO $H_{II}$						TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ $nh_{i(sp)}$
	NÚMERO DE TRECHOS DE COLETA	NÚMERO DE BAIRROS	TIPO DE PAVIMENTAÇÃO DA VIA PÚBLICA				
			Asfalto	Pedra	Sem calcamento		
SUBESTRATOS							
$h_1(II)$	-	1	-	-	1	1	
$h_2(II)$	-	2	-	-	2	2	
$h_3(II)$	-	1	1	-	-	1	
$h_4(II)$	-	3	2	1	1	4	
COLUNA	A	B	C				
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)							8

Tabela 25 - Características Sócio-Econômicas do Sistema Principal (ou Estrato) H<sub>II</sub>

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO H <sub>II</sub>										TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ nh <sub>i(sp)</sub>
	NÚMERO MÉDIO DE PESSOAS POR IMÓVEL	CLASSIFICAÇÃO MÉDIA POR FAIXA ETÁRIA			INSTALAÇÕES NO IMÓVEL			CLASSIFICAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA			
		Crianças	Jovens	Adultos	Água	Esgoto	Luz elétrica	Classe alta*	Classe média**	Classe baixa***	
SUBESTRATOS											
h <sub>1</sub> (II)	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
h <sub>2</sub> (II)	5	1	2	2	1	1	2	-	-	2	2
h <sub>3</sub> (II)	7	4	-	3	1	-	1	-	-	1	1
h <sub>4</sub> (II)	100	-	-	100	4	3	4	1	3	-	4
COLUNA	A	B		C			D				
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)											8

\* de 1 a 30 salários mínimos

\*\* de 1 a 5 salários mínimos

\*\*\* de 1 a 3 salários mínimos

Fonte: DIEESE - João Pessoa/88.

Tabela 26 - Caracterização do Lixo Domiciliar no Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{II}$

ESTRATO $H_{II}$						
Subestratos Componentes	$h_{1(II)}$	$h_{2(II)}$	$h_{3(II)}$	$h_{4(II)}$		Coluna
RESTOS DE ALIMENTO	1	2	1	3		A
LIMPEZA DO BANHEIRO	1	2	1	4		
JORNAIS, REVISTAS, PÁGINAS	1	-	1	3		
MATERIAL PLÁSTICO	1	-	1	4		
MATERIAL INFLAMÁVEL	1	-	-	1		
MATERIAL TÓXICO	1	-	-	1		
TRAPOS	1	-	-	3		
VIDRO	1	-	-	1		
SUCATA DE MADEIRA	-	-	-	2		
SUCATA DE METAL	1	-	1	1		
OUTROS	-	-	-	1		
Total de ocorrências dos resíduos na composição do lixo	9	4	5	24		
Total de amostras para o subestrato/ $nh_{i(SP)}$	1	2	1	4		8

Tabela 27 - Aproveitamento de Resíduos no Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{II}$

PARAMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO $H_{II}$				TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ $nh_{i(ssp)}$	
	DESTINO DO APROVEITAMENTO					
SUBESTRATOS	NÚMERO DE CASOS DE APROVEITAMENTO	VENDA	ALIMENTO PARA ANIMAIS	ADUBO	OUTROS	
$h_1(II)$	1	1	1	-	-	1
$h_2(II)$	1	-	1	-	-	2
$h_3(II)$	1	1	-	-	-	1
$h_4(II)$	3	2	1	-	2	4
COLUMNA	A		B			
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO ( $n$ )						8

Tabela 28 - Acondicionamento do Lixo no Sistema Principal (ou Estrato) H<sub>II</sub>

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO H <sub>II</sub>					TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ nh <sub>i</sub> (spx)
	TIPO DE RECIPIENTE USADO					
SUBESTRATOS						
h <sub>1</sub> (II)	SACO PLÁSTICO CONVENCIONAL	RECIPIENTE METÁLICO	RECIPIENTE DE PLÁSTICO	RECIPIENTE DE PNEU	CAIXA DE MADEIRA, CAIXA DE PAPELÃO, SACOS DE PAPEL E OUTROS	1
h <sub>2</sub> (II)	-	1	1	2	-	2
h <sub>3</sub> (II)	-	-	-	1	-	1
h <sub>4</sub> (II)	3	1	3	2	4	4
COLUMNA	A					
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)						8

Tabela 29 - Transporte do Lixo no Sistema Principal (ou Estrato) H<sub>II</sub>

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO H <sub>II</sub>										TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ nh <sub>i</sub> (sp)
	FORMA DE TRANSPORTE		LUGAR ONDE O LIXO É COLOCADO		ACESSO DA GUARNIÇÃO						
SUBESTRATOS	MANUAL	COM EQUIPAMENTO	CALÇADA (PARA COLETA)	TERRENO BALDIO	OUTROS	FÁCIL	NORMAL	DÍFICIL	ABSTENÇÃO		
h <sub>1</sub> (II)	-	1	-	-	1	1	-	-	-	1	
h <sub>2</sub> (II)	1	1	-	-	2	2	-	-	-	2	
h <sub>3</sub> (II)	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	
h <sub>4</sub> (II)	2	2	-	-	4	4	-	-	-	4	
COLUMNA	A		B				C				
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)											8



Tabela 30 - Dados de Identificação do Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{III}$

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO $H_{III}$						TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ $nh_i(sp)$
	NÚMERO DE TRECHOS DE COLETA	NÚMERO DE BAIRROS	TIPO DE PAVIMENTAÇÃO DA VIA PÚBLICA				
			Asfalto	Pedra	Sem calçamento		
SUBESTRATOS							
$h_1(III)$	-	1	-	-	1		1
$h_2(III)$	2	2	-	1	1		2
$h_3(III)$	2	2	-	1	1		2
COLUNA	A	B	C				
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)							5

Tabela 31 - Características Sócio-Econômicas do Sistema Principal (ou Estrato) H<sub>III</sub>

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO H <sub>III</sub>										TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ nh <sub>i(sp)</sub>
	NÚMERO MÉDIO DE PESSOAS POR IMÓVEL	CLASSIFICAÇÃO MÉDIA POR FAIXA ETÁRIA			INSTALAÇÕES NO IMÓVEL			CLASSIFICAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA			
		Crianças	Jovens	Adultos	Água	Esgoto	Luz elétrica	Classe alta*	Classe média**	Classe baixa***	
SUBESTRATOS											
h <sub>1</sub> (III)	4	2	-	2	1	1	1	-	1	-	1
h <sub>2</sub> (III)	16	-	-	16	2	-	2	-	-	2	2
h <sub>3</sub> (III)	5	3	-	2	2	2	2	-	1	1	2
COLUNA	A	B		C			D				
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)											5

\* de 1 a 30 salários mínimos  
 \*\* de 1 a 5 salários mínimos  
 \*\*\* de 1 a 3 salários mínimos  
 Fonte: DIEESE - João Pessoa/88.

Tabela 32 - Caracterização do Lixo Domiciliar no Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{III}$

<b>ESTRATO <math>H_{III}</math></b>						
Subestratos Componentes	$h_1(III)$	$h_2(III)$	$h_3(III)$			Coluna
RESTOS DE ALIMENTO	1	-	1			<b>A</b>
LIMPEZA DO BANHEIRO	1	1	-			
JORNAIS, REVISTAS, PAPIZIS	1	1	2			
MATERIAL PLÁSTICO	1	2	1			
MATERIAL INFLAMÁVEL	-	-	1			
MATERIAL TÓXICO	-	-	-			
TRAPOS	-	-	-			
VIDRO	1	-	1			
SUCATA DE MADEIRA	1	1	-			
SUCATA DE METAL	1	-	1			
OUTROS	-	-	-			
Total de ocorrências dos resíduos na composição do lixo	7	5	7			
Total de amostras para o subestrato/ $nh_j(sp)$	1	2	2			<b>5</b>

Tabela 33 - Aproveitamento de Resíduos no Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{III}$

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO $H_{III}$						TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBSTRATO/ $nh_{i(sp)}$
	NÚMERO DE CASOS DE APROVEITAMENTO	DESTINO DO APROVEITAMENTO					
		VENDA	ALIMENTO PARA ANIMAIS	ADUBO	OUTROS		
SUBSTRATOS							
$h_1(III)$	1	-	1	-	-	1	
$h_2(III)$	2	-	2	-	-	2	
$h_3(III)$	-	-	-	-	-	2	
COLUNA	A	B					
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)						5	

Tabela 34 - Acondicionamento do Lixo no Sistema Principal (ou Estrato) H<sub>III</sub>

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO H <sub>III</sub>						TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ nh <sub>i(sp)</sub>
	TIPO DE RECIPIENTE USADO						
SUBESTRATOS	SACO PLÁSTICO CONVENCIONAL "	RECIPIENTE METÁLICO	RECIPIENTE DE PLÁSTICO	RECIPIENTE DE PNEU	CAIXA DE MADEIRA, CAIXA DE PAPELÃO, SACOS DE PAPEL E OUTROS		
h <sub>1</sub> (III)	-	-	1	1	-		1
h <sub>2</sub> (III)	-	-	1	-	2		2
h <sub>3</sub> (III)	-	-	2	2	-		2
COLUNA	A						
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)							5



Tabela 36 - Dados de Identificação do Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{IV}$

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO $H_{IV}$						TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBSTRATO/ $nh_i(sp)$
	NÚMERO DE TRECHOS DE COLETA	NÚMERO DE BAIRROS	TIPO DE PAVIMENTAÇÃO DA VIA PÚBLICA				
			Asfalto	Pedra	Sem calçamento		
SUBSTRATOS							
$h_1(IV)$	-	1	-	1	-		1
$h_2(IV)$	-	1	-	-	1		1
$h_3(IV)$	-	1	-	-	1		1
COLUNA	A	B	C				3
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)							

Tabela 37 - Características Sócio-Econômicas do Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{IV}$

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO $H_{IV}$										TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBESTRATO/ $nh_{i(sp)}$
	NÚMERO MÉDIO DE PESSOAS POR IMÓVEL	CLASSIFICAÇÃO MÉDIA POR FAIXA ETÁRIA			INSTALAÇÕES NO IMÓVEL			CLASSIFICAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA			
		Crianças	Jovens	Adultos	Água	Esgoto	Luz elétrica	Classe alta*	Classe média**	Classe baixa***	
SUBESTRATOS											
$h_1(IV)$	3	-	-	3	1	1	1	-	1	-	1
$h_2(IV)$	5	-	-	5	-	-	-	-	-	1	1
$h_3(IV)$	2	-	-	2	1	1	1	-	-	1	1
COLUNA	A	B		C			D				
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)											3

\* de 1 a 30 salários mínimos

\*\* de 1 a 5 salários mínimos

\*\*\* de 1 a 3 salários mínimos

Fonte: DIEESE - João Pessoa/88.



Tabela 38 - Caracterização do Lixo Domiciliar no Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{IV}$

ESTRATO $H_{IV}$						
Substratos Componentes	$h_{1(IV)}$	$h_{2(IV)}$	$h_{3(IV)}$			Coluna
RESTOS DE ALIMENTO	-	-	1			A
LIMPEZA DO BANHEIRO	1	-	1			
JORNAIS, REVISTAS, PAPIEIS	1	-	-			
MATERIAL PLÁSTICO	-	1	-			
MATERIAL INFLAMÁVEL	-	-	-			
MATERIAL TÓXICO	1	-	-			
TRAPOS	1	-	-			
VIDRO	1	-	-			
SUCATA DE MADEIRA	-	-	-			
SUCATA DE METAL	-	-	-			
OUTROS	-	-	-			
Total de ocorrências dos resíduos na composição do lixo	5	1	2			
Total de amostras para o substrato/ $nh_{i(sp)}$	1	1	1			3



Tabela 40 - Acondicionamento do Lixo no Sistema Principal (ou Estrato)  $H_{IV}$

PARÂMETROS AMOSTRADOS	ESTRATO $H_{IV}$						TOTAL DE AMOSTRAS PARA O SUBSTRATO/ $nh_{i(sp)}$
	TIPO DE RECIPIENTE USADO						
SUBSTRATOS	SACO PLÁSTICO CONVENCIONAL	RECIPIENTE METÁLICO	RECIPIENTE DE PLÁSTICO	RECIPIENTE DE PNEU	CAIXA DE MADEIRA, CAIXA DE PAPELÃO, SACOS DE PAPEL E OUTROS		
$h_1(IV)$	1	1	1	1	-		1
$h_2(IV)$	-	-	1	-	1		1
$h_3(IV)$	-	-	1	1	-		1
COLUNA	A						
TOTAL DE AMOSTRAS PARA O ESTRATO (n)							3



Com a finalidade de facilitar a interpretação dos dados anteriores, decorrentes da aplicação dos questionários, alguns dos resultados obtidos foram representados por meio de gráficos e tabelas, e para outros foram feitos somente comentários. Assim, com relação a todos os sistemas principais ou estratos, é conveniente salientar que os casos onde coube ser feita apenas uma citação correspondem aos resultados que atingiram a sua totalidade máxima, ou seja, 100% de ocorrência.

Convém esclarecer ainda que, para a obtenção dos resultados, foram utilizados alguns métodos de cálculo no trabalho com os dados presentes nas Tabelas 18 a 41. Tais métodos, válidos para situações específicas, aqui são identificados como se segue:

Método A: Regra de três simples, onde a porcentagem considerada foi calculada em relação ao número total de imóveis visitados e que constituem o universo amostral;

Método B: Média aritmética entre os números totais de pessoas e amostras consideradas, por subestrato; e

Método C: Consiste, preliminarmente, na determinação da média dos valores do parâmetro considerado. Tal média é calculada, para o estrato, através do somatório de todos os valores do parâmetro considerado, dividido pe

lo número de subestratos. Finalmente, é determinada a porcentagem correspondente à média obtida, considerando-se, para tanto, o número total de amostras no estrato. Este procedimento é de grande utilidade quando se pretende apresentar o resultado de amostras que, embora tomadas em menor quantidade, são mais representativas e vice-versa.

De modo geral, a apresentação dos resultados de todos os estratos é mostrada como se segue:

i) Tabelas 18, 24, 30 e 36: Dados de Identificação.

Colunas: (a) Número de trechos (roteiros) de coleta: os valores presentes nesta coluna não foram submetidos a nenhum dos métodos supramencionados. Eles correspondem a uma distribuição feita com o objetivo de abranger a maior quantidade possível de trechos do sistema de coleta domiciliar (Ver item 2.2.3, do Capítulo 2 e Anexo II.1) no subestrato onde os questionários foram aplicados. A ausência de valores nesta coluna corresponde às situações nas quais os pontos amostrados não são atendidos pelo sistema regular de coleta da Prefeitura. Portanto, os resultados desta coluna são os mesmos valores das tabelas supracitadas uma vez que

são representativos;

(b) **Número de bairros:** nesta coluna é encontrado o número de bairros (incluindo o centro da cidade) que faz parte do total de amostras para cada substrato. Por conseguinte, é prescindível o uso de qualquer um dos métodos citados anteriormente na determinação dos resultados desta coluna. Tais resultados, portanto, são os mesmos valores que, estão nas tabelas supracitadas uma vez que são representativos;

(c) **Tipo de pavimentação da via pública:** a utilização do Método A permitiu que, nesta coluna, a identificação do número de casos em que se encontram as vias públicas ocorresse por meio de uma representação gráfica apropriada. Tal representação é o estereograma mostrado pela Figura 28;

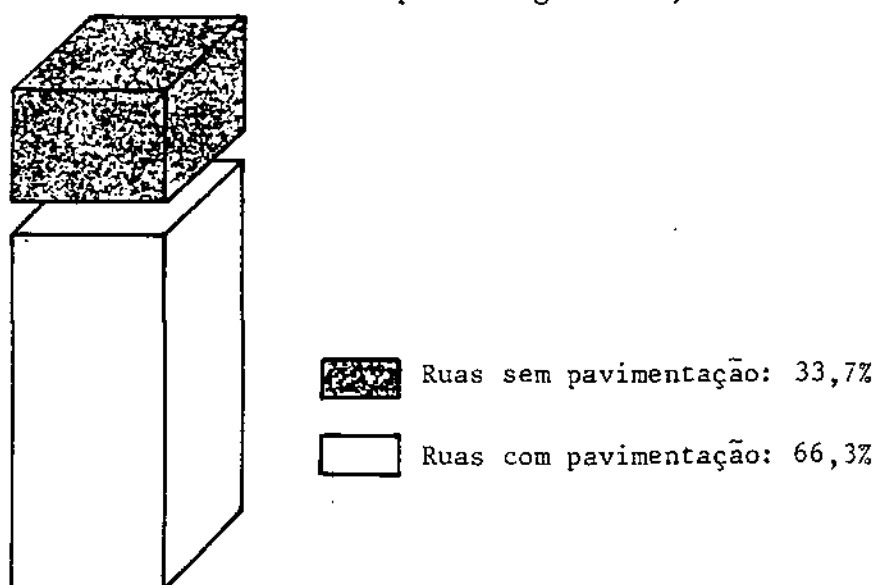


Figura 28 - Tipo de Pavimentação da Via Pública.

ii) Tabelas 19, 25, 31 e 37: Características Sôcio-Econômicas.

Colunas: (a) **Número médio de pessoas por imóvel:** os valores que constituem esta coluna foram determinados por meio da utilização do Método B, descrito anteriormente. Entretanto, é mister observar que, para a obtenção de tais valores, não foram considerados os questionários onde não foi possível o entrevistado informar a quantidade de pessoas que ocupam o imóvel (Ver parágrafo vii.1, deste item). Assim, com a exclusão de apenas um substrato (Ver parágrafo vii.2, deste item), aqueles valores foram adicionados e, posteriormente, a soma foi dividida pelo número de substratos restantes no universo amostral.

A média aritmética resultante deste procedimento apresentou como resultado final para esta coluna o valor de 5,0 habitantes/imóvel, por sinal o valor padrão adotado nos projetos de engenharia.

(b) **Classificação média por faixa etária:** os números presentes nesta coluna também foram calculados com base na adoção do Método B. Imediatamente, foi feita a determinação das porcentagens de cada faixa etária



em relação ao número médio de pessoas por imóvel amostrado, em um dado subestrato. Isto permitiu que, posteriormente, fossem adicionadas todas as porcentagens de uma certa faixa etária. Em seguida, a soma destas porcentagens foi dividida pelo número total de subestratos de todas as tabelas.

Desse modo, foram fornecidos os resultados correspondentes às porcentagens médias finais de cada faixa etária, ficando estabelecida, para todos os estratos, uma distribuição de, aproximadamente, 14% de crianças (0-10 anos), 10% de jovens (10-18 anos) e 76% de adultos (>18 anos).

- (c) Instalações no imóvel: de grande valia para definir os padrões sócio-econômico e sanitário dos imóveis visitados. Estas instalações hidro-sanitárias e elétricas têm, nesta coluna, os valores representativos que foram obtidos;
- (d) Classificação sócio-econômica: com a exclusão de apenas um imóvel (Ver parágrafo vii.3, deste item), a classificação sócio-econômica foi determinada, levando em consideração os questionários restantes no universo amostral, através da utilização do Método A. Os resultados encontrados nesta coluna

são apresentados no gráfico em setores da Figura 29 seguinte:

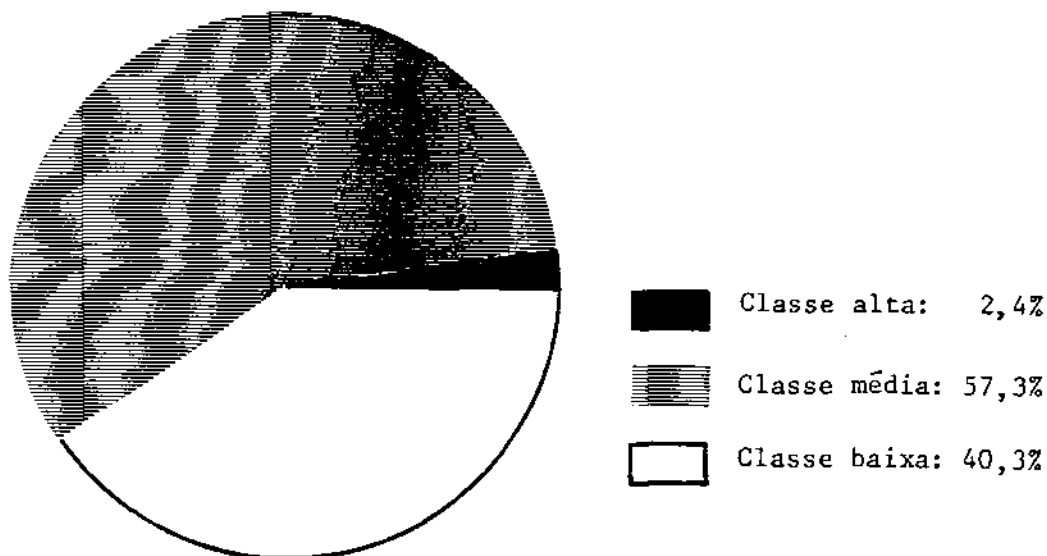
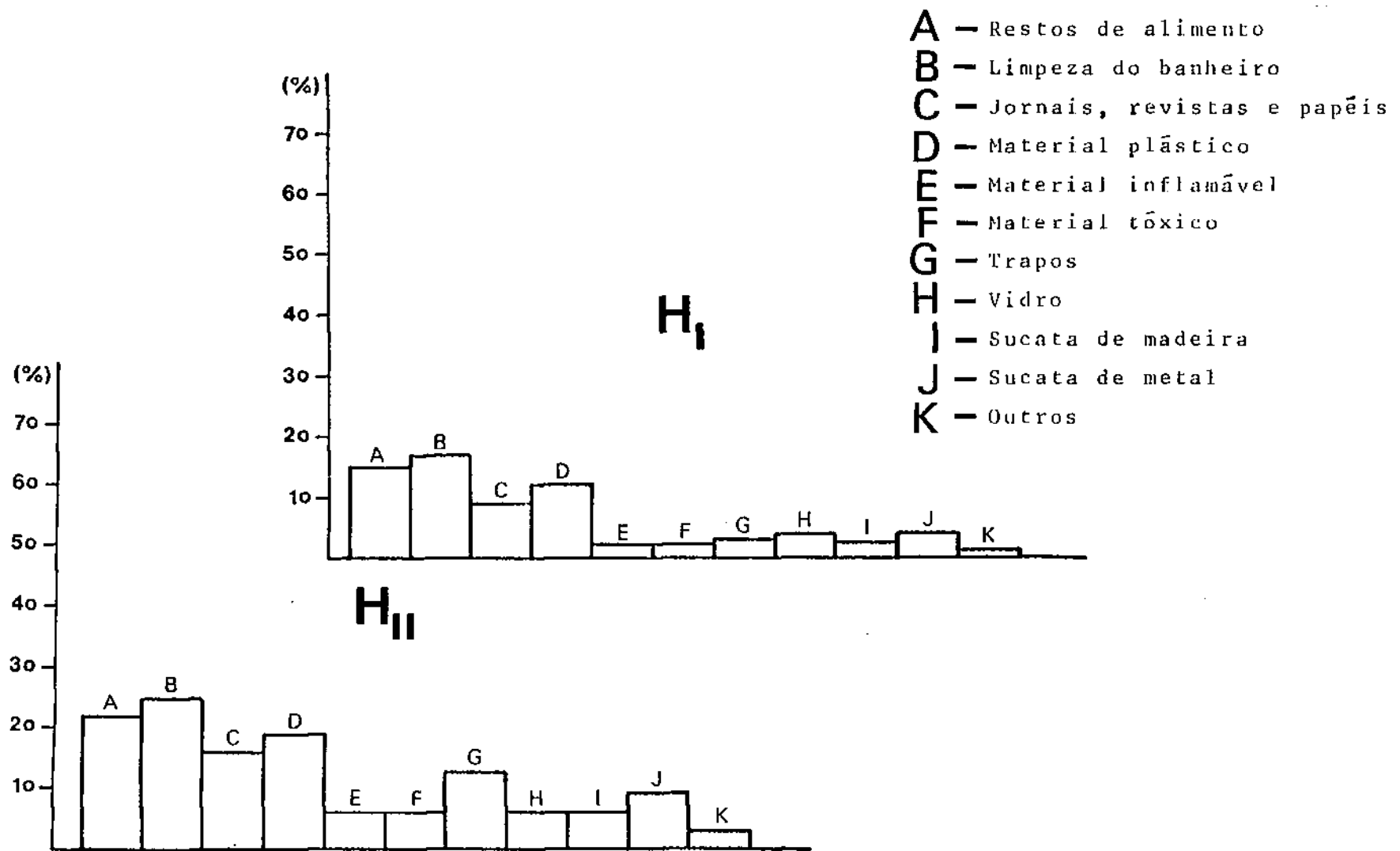


Figura 29 - Classificação Sócio-Econômica.

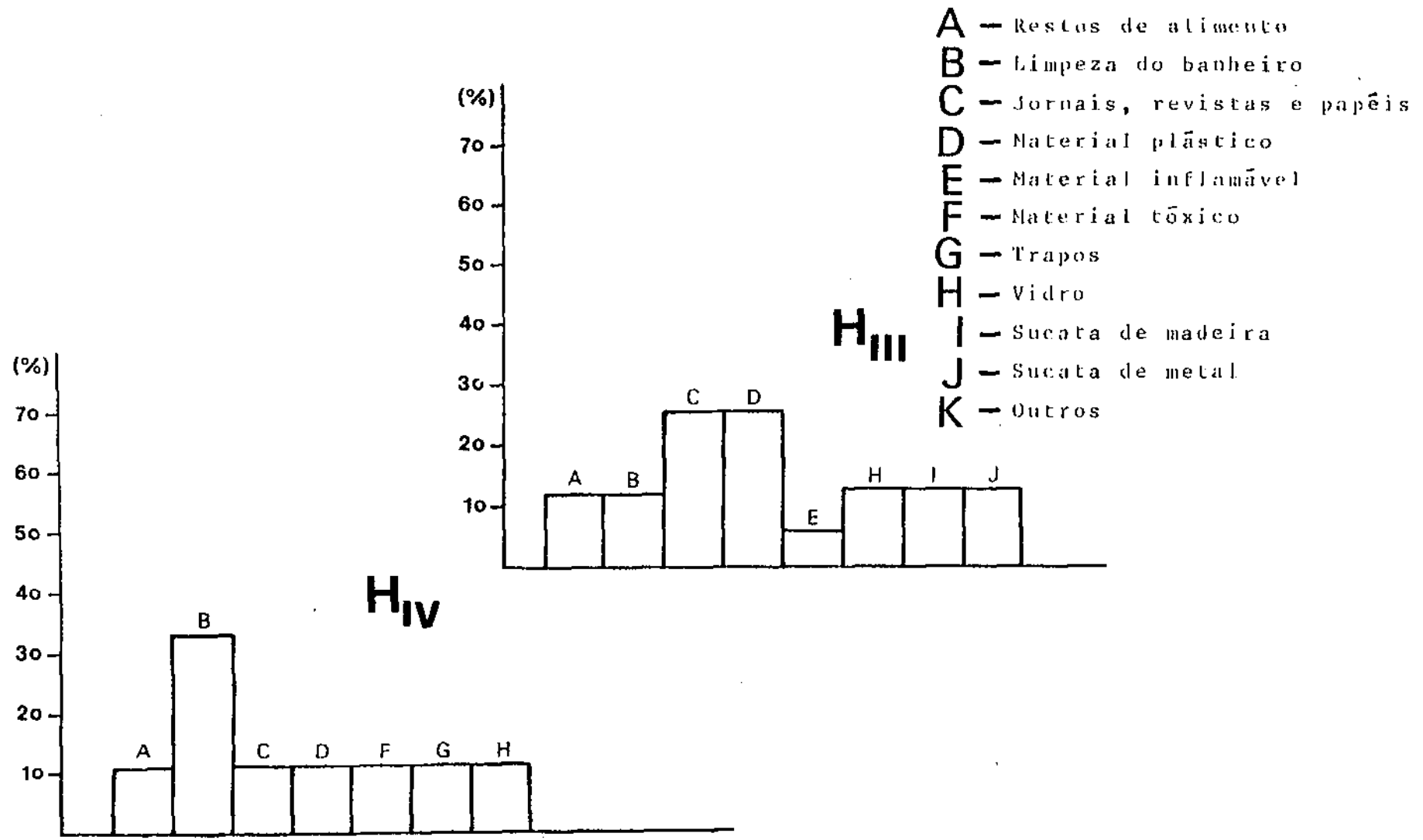
iii) Tabelas 20, 26, 32 e 38: Caracterização do Lixo Domíci- liar.

Coluna: (a) **Estimativa da composição dos resíduos sólidos no estrato:** os valores descritos nas tabelas supracitadas foram submetidos à aplicação do Método C. Os resultados, para cada um dos tipos de resíduos nos estratos que formam o sistema em estudo, são apresentados nos gráficos em colunas (Figuras 30, 31, 32 e 33), a seguir.

Os resultados supramencionados também permitem estimar, em média, a composição gravimétrica dos resíduos produzidos em Campina Grande (segundo o espaço amostral



Figuras 30 e 31 - Caracterização do Lixo Domiciliar nos Estratos H<sub>I</sub> e H<sub>II</sub>, Respectivamente.



Figuras 32 e 33 - Caracterização do Lixo Domiciliar nos Estratos H<sub>III</sub> e H<sub>IV</sub>, Respectivamente.

Tabela 42 - Estimativa da Composição Gravimétrica dos Resíduos Produzidos em Campina Grande

ESTRATOS Componentes	H <sub>I</sub>	H <sub>II</sub>	H <sub>III</sub>	H <sub>IV</sub>	MÉDIA FINAL
	VALORES MÉDIOS (%)				
RESTOS DE ALIMENTO	15	21	13	11	15
LIMPEZA DO BANHEIRO	17	25	13	22	19
JORNAIS, RE- VISTAS PAPEIS	8	15	26	11	15
MATERIAL PLÁSTICO	12	18	26	11	14
MATERIAL INFLAMÁVEL	1,5	6	6	-	4
MATERIAL TÓXICO	1,5	6	-	11	5
TRAPOS	1,8	12	-	11	6
VIDRO	3	6	13	11	8
SUCATA DE MADEIRA	2	6	13	-	5
SUCATA DE METAL	3	9	13	-	6
OUTROS	0,5	3	-	-	1

objeto de estudo). Tal estimativa encontra-se na Tabela 42, na qual são apresentados os valores médios e a média aritmética final para cada um dos tipos de resíduos presentes nos sistemas principais em estudo.

A análise das médias finais, na Tabela 42, mostra que os 05 (cinco) tipos de resíduos mais representativos são aqueles mostrados na Tabela 43.

Tabela 43 - Estimativa dos Resíduos mais Representativos Produzidos em Campina Grande

RESÍDUO	Porcentagem Média Final (Estimada)	RESÍDUO	Porcentagem Média Final (Estimada)
LIMPEZA DO BANHEIRO	19%	MATERIAL PLÁSTICO	14%
RESTOS DE ALIMENTO	15%	VIDRO	8%
JORNAIS, REVISTAS E PAPEIS	15%		

iv) Tabelas 21, 27, 33 e 39: Aproveitamento de Resíduos.

Colunas: (a) Número de casos de aproveitamento: para a determinação do número total de casos onde ocorre o aproveitamento de resíduos foi u

utilizado o Método A. A representação gráfica resultante é encontrada na Figura 34;

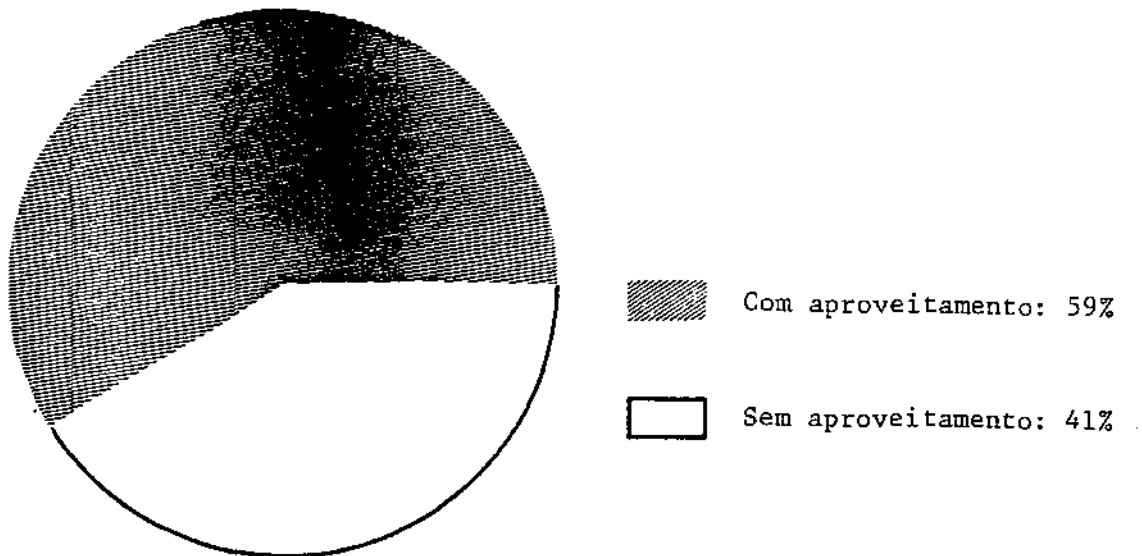


Figura 34 - Número de Casos de Aproveitamento de Resíduos no Sistema.

(b) **Destino do aproveitamento:** os valores desta coluna foram submetidos ao uso do Método C. Os resultados encontrados estão reunidos na Tabela 44, onde os mais representativos dentre eles estão hachurados.

Tabela 44 - Destino do Aproveitamento

<b>Estratos</b>	I	II	III	IV
<b>Destino</b>				
Venda	1%	13%	-	-
Alimento para animais	10%	9%	20%	-
Adubo	-	-	-	-
Outros*	4%	6%	-	-

\* Doação, terrenos baldios, etc.

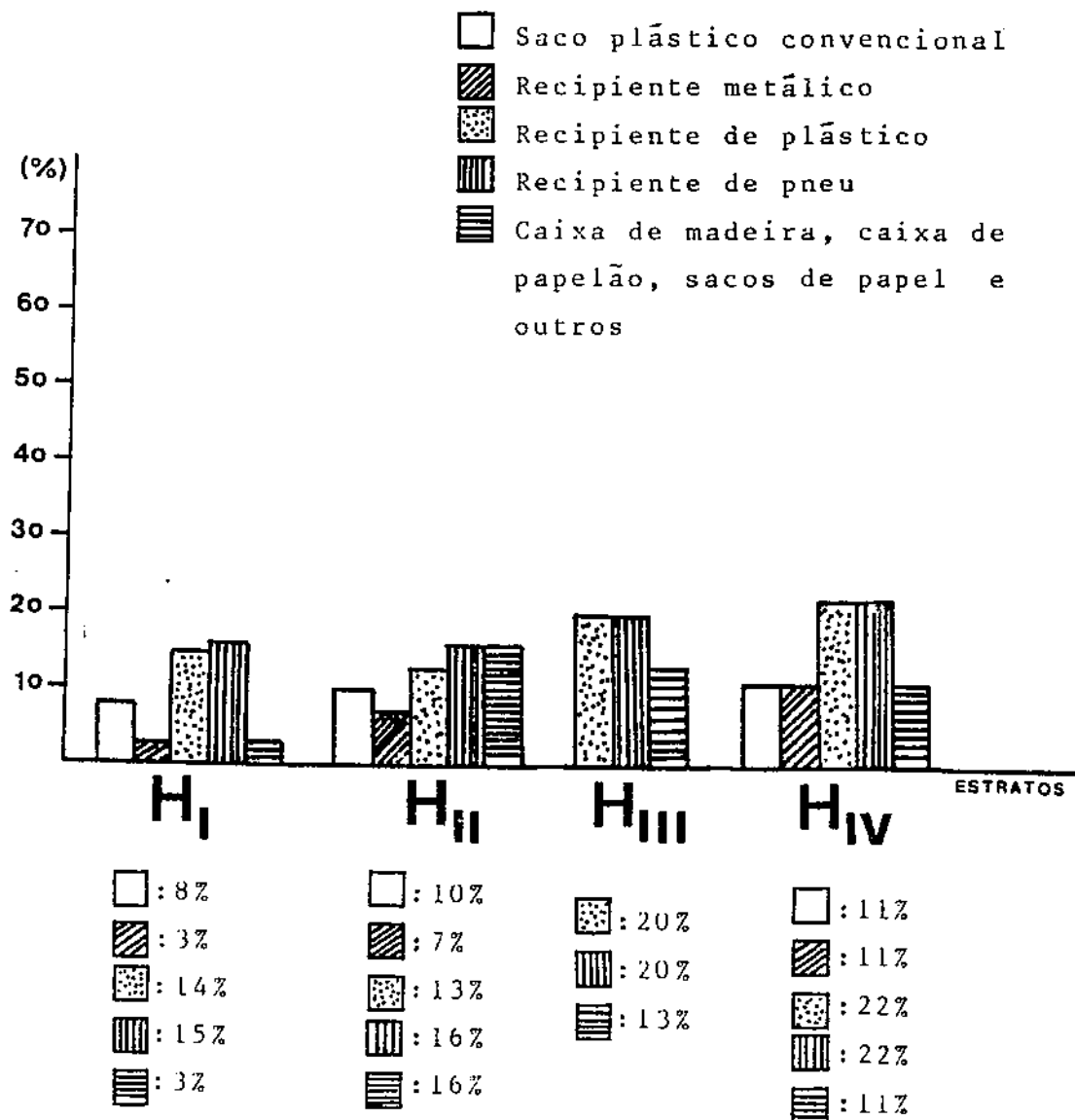


Figura 35 - Tipo de Recipiente Usado nos Estratos H<sub>I</sub>, H<sub>II</sub>, H<sub>III</sub> e H<sub>IV</sub>, Respectivamente.



v) Tabelas 22, 28, 34 e 40: Acondicionamento do Lixo.

Coluna: (a) **Tipo de recipiente usado:** nesta coluna também foi aplicado o Método C e os resultados estão expressos no gráfico mostrado na Figura 35, anterior.

vi) Tabelas 23, 29, 35 e 41: Transporte do Lixo.

Colunas: (a) **Forma de transporte:** em 100% dos imóveis amostrados a forma de transporte do lixo para o exterior dos mesmos é manual.

(b) **Lugar onde o lixo é colocado:** sobre os dados obtidos foi aplicado o Método A. O resultado desta aplicação está na Figura 36.

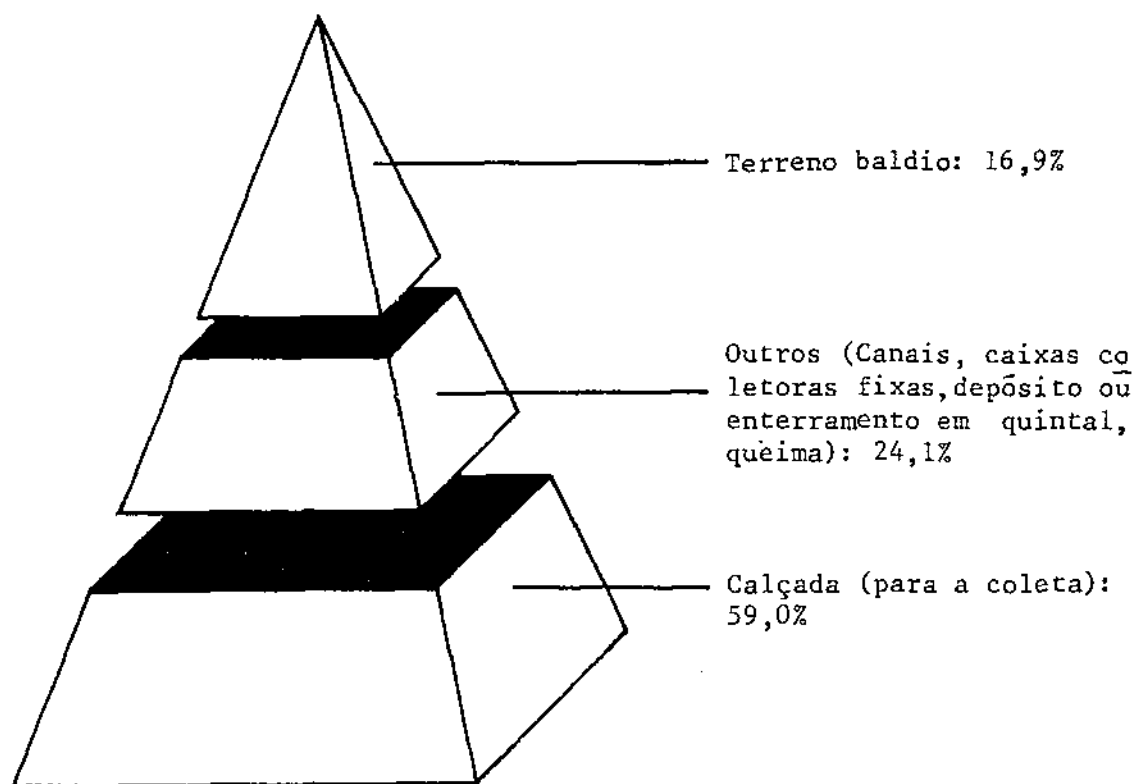


Figura 36 - Lugar Onde o Lixo é Colocado.

(c) Acesso da guarnição: 100% dos entrevista  
dos consideram que o acesso da guarnição  
para o local onde se encontram os seus de  
pósitos é de fácil acesso.

vii) Principais particularidades observadas durante a cole  
ta de dados.

As principais particularidades, levadas em consideraç  
ão no trabalho com os dados obtidos em campo e apresentad  
os nas Tabelas 18 a 41, estão relacionadas, por subestrato,  
como se segue:

vii.1) Questionários não considerados para a determinação  
do número médio de pessoas por imóvel amostrado.

Subestrato  $h_{1(I)}$ : Dois questionários deste subestrato  
não foram considerados para a determinação do número médio de  
pessoas por imóvel amostrado, pelo fato de que os entrevistados não  
sabiam informar a quantidade de pessoas existentes no imóvel. O  
mesmo ocorreu para as três colunas seguintes (Classificação Média por  
Faixa Etária).

Subestrato  $h_{2(I)}$ : Pela mesma razão acima mencionada,  
não foi considerado o questionário aplicado em um determinado imóvel,

para estabelecer a quantidade média de pessoas por imóvel amostrado. O mesmo se deu, também, para as três colunas seguintes, referentes à Classificação Média por Faixa Etária.

vii.2) Subestrato excluído da determinação do número médio de pessoas por imóvel amostrado.

Subestrato  $h_{4(II)}$ : este subestrato foi excluído do cálculo do resultado da média de pessoas por imóvel amostrado, por se constituir em um caso atípico. Isto se reporta não somente à quantidade média de pessoas por imôvel na cidade de Campina Grande, mas também por se tratar de instituições obviamente inaproveitáveis para este fim (como o cemitério, por exemplo). Também, é oportuno lembrar que o número médio de pessoas por imóvel amostrado (100 pessoas), presente na coluna A deste subestrato, foi calculado sobre apenas 2 instituições, sendo o cemitério e o hospital excluídos.

vii.3) Imóvel excluído da classificação sócio-econômica.

Subestrato  $h_{1(II)}$ : por não se tratar propriamente de um imóvel a caixa coletora existente na feira central não foi incluída na classificação supramencionada.

Ainda com relação ao questionário, considerou-se que é importante expor as opiniões que obtiveram maioria em cada uma das 2 perguntas que compõem o item VII deste questionário. Desta forma, à primeira pergunta do item já citado, a maioria da população entrevistada considera que o Sistema de Limpeza Urbana existente atende melhor ao centro da cidade de Campina Grande, razão pela qual este é mais limpo que os bairros. E, finalmente, entre as sugestões apresentadas à segunda pergunta, está, principalmente, aquela que propõe uma frequência mais assídua do carro coletor nos locais onde ele executa o serviço.

#### 6.4 - Desenvolvimento Teórico para a Obtenção de Dados de Projeto para o Sistema de Limpeza Urbana de Campina Grande

A seguir, serão apresentadas as estimativas capazes de permitir, à luz da teoria e dos levantamentos feitos, uma avaliação, a mais próxima possível, das condições atuais e necessidades das várias fases que compõem o Sistema

de Limpeza Urbana sob estudo.

#### 6.4.1 - Acondicionamento

Para avaliar o acondicionamento considerou-se, a partir do total de amostras, a população de cada estrato, tendo como base o número médio de pessoas por imóvel, já determinado em (ii), item 6.3, deste capítulo. Desta forma foram obtidos os seguintes resultados:

$$\begin{aligned} \text{População do estrato } H_I &= (\text{Total de amostras}) \cdot (\text{Número médio de pessoas por imóvel}) \\ &= 67 \times 5 \\ &= 335 \text{ pessoas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{População do estrato } H_{II} &= 8 \times 5 \\ &= 40 \text{ pessoas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{População do estrato } H_{III} &= 5 \times 5 \\ &= 25 \text{ pessoas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{População do estrato } H_{IV} &= 3 \times 5 \\ &= 15 \text{ pessoas} \end{aligned}$$

Portanto,

$$\begin{aligned} \Sigma \text{População dos estratos} &= 335 + 40 + 25 + 15 \\ &= 415 \text{ pessoas} \end{aligned}$$

Considerando-se as porcentagens correspondentes aos diversos tipos de recipientes utilizados para o acondiciona

mento dos resíduos em cada um dos estratos (Ver Figura 35), bem como as populações anteriormente calculadas para os diversos estratos, é possível verificar a quantidade de pessoas, no espaço amostral, que utilizam cada um dos tipos de recipiente em cada um dos diferentes estratos. Esta quantidade de pessoas é a encontrada na Tabela 45.

Os valores totais, presentes na Tabela 45, permitem observar que, para todos os estratos, a estimativa das porcentagens correspondentes às populações que se utilizam dos vários tipos de recipientes, em relação a população total dos estratos, é a apresentada a seguir:

Saco plástico convencional: 33 pessoas = 8%

Recipiente metálico: 15 pessoas = 4%

Recipiente plástico: 61 pessoas = 15%

Recipiente de pneu: 67 pessoas = 16%

Caixa de madeira, caixa de papelão, sacos de papel e outros: 23 pessoas = 6%.

O que possibilita construir o gráfico adiante.

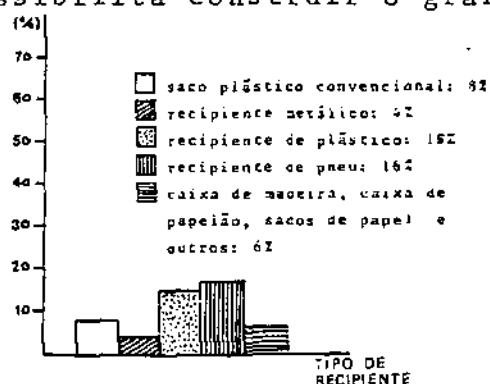


Figura 37 - Estimativa do Percentual de Utilização dos Diferentes Tipos de Recipientes no Espaço Amostral Estudado.

Tabela 45 - Quantidade de Pessoas que Utilizam os Diferentes Tipos de Recipientes no Espaço Amostral Estudado

NÚMERO DE PESSOAS QUE USAM O RECIPIENTE		TIPO DE RECIPIENTE USADO		SACO PLÁSTICO CONVENCIONAL	RECIPIENTE METÁLICO	RECIPIENTE DE PLÁSTICO	RECIPIENTE DE PNEU	CAIXA DE MADEIRA, CAIXA DE PAPELÃO, SACOS DE PAPEL E OUTROS
		I	II					
ESTRATO	I	27	10	47	51	10		
	II	4	3	5	7	7		
	III	-	-	5	5	4		
	IV	2	2	4	4	2		
TOTAL		33	15	61	67	23		

É mister lembrar que a Teoria da Amostragem Casual Estratificada permite que a análise feita, do espaço amostral total, possa ser extrapolada para a cidade como um todo. Conseqüentemente, pode-se afirmar, pelo que mostra a Figura 37, que, em Campina Grande, existe entre a população uma predominância no uso de recipientes de pneu (16%) e de recipientes de plástico (15%).

Com relação ao número de caixas coletoras deve-se lembrar que, atualmente, existem 32 destes tipos de recipientes espalhados em diversos pontos da cidade (Ver Anexos II.2 e III). No entanto, a quantidade de caixas coletoras necessárias para um bom atendimento do Sistema de Limpeza Urbana local pode ser teoricamente determinada através da Eq. 6, onde:

$$N = ?$$

$$g = 0,5 \text{ kg/hab/dia}$$

$$d = 250 \text{ kg/m}^3$$

$$t = 7 \text{ dias (média)}$$

$$I = ?$$

$$\text{Var} = 1,30 \text{ (adotado)}$$

$$\text{df} = 90\%$$

$$V = 7 \text{ m}^3$$

Para que seja utilizada a Eq. 6, supracitada, é necessário determinar, primeiramente, a população atendida, I, ou seja:

Existem 32 caixas coletoras com capacidade de  $7 \text{ m}^3$



cada. Portanto, o volume total de todas as caixas será:

$$32 \text{ caixas coletoras} \times 7 \text{ m}^3 = 224 \text{ m}^3.$$

Por outro lado, é sabido que as caixas levam 7 dias para completar o volume acima, o que dá:

$$224 \text{ m}^3 / 7 \text{ dias} = 32 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Além disso, sabe-se que, em Campina Grande, cada ha bitante produz  $0,002 \text{ m}^3$  de lixo por dia (Ver item 6.2, des te capítulo). Logo, a população usuária das caixas coleta ras é de 16.000 habitantes.

Assim, voltando à Eq. 6, tem-se que:

$$N = \frac{(0,5/250)(7)(16.000)(1,30/0,90)}{7}$$

$N \approx 47$  caixas coletoras, necessárias para o atendi mento do Sistema de Limpeza Urbana local.

#### 6.4.2 - Coleta (Determinação da Produção Total de Li xo Coletado)

Atualmente, da quantidade em peso que se estima ser produzida nos domicílios campinenses (141,709 toneladas/dia), o DLP estima que cerca de 100 toneladas são recolhidas, dia riamente, por meio do seu serviço de coleta regular.

Além disso, segundo dados também fornecidos pelo DLP, mensalmente são coletadas cerca de 2.000 toneladas de lixo

especial e de 700 toneladas de lixo depositado em caixas coletoras. Vale notar que a produção em tais caixas corresponde ao lixo depositado tanto pela população quanto por entidades e, sobretudo, pelos trabalhadores responsáveis pelos serviços de varrição de logradouros, considerando em torno de 90% o grau de enchimento das caixas.

Assim, baseado nos dados anteriores, pode-se considerar que o total da produção mensal de lixo, no município de Campina Grande, é dado pelo somatório dos quantitativos correspondentes aos lixos domiciliar, público (contido em caixas coletoras) e especial, calculado a seguir:

Lixo domiciliar = população x <i>per capita</i> x 30	≅ 5.000 ton/mês
Lixo de caixas coletoras	≅ 700 ton/mês
Lixo especial	≅ <u>2.000 ton/mês</u>
Total da produção mensal de lixo	≅ 8.000 ton/mês

Isto permite estimar o déficit da coleta, ou seja:

$$\begin{aligned}
 \text{Déficit da coleta} &= \text{Total da produção mensal de lixo} - \text{Quantidade mensal de lixo recolhido} \\
 &\cong 8.000 \text{ ton/mês} - (2.400 + 700 + 2.000) \text{ ton/mês} \\
 &\cong 2.900 \text{ ton/mês}
 \end{aligned}$$

Portanto, um déficit de 37% (trinta e sete por cento).

#### 6.4.3 - Transporte

De acordo com as informações contidas na Tabela 13 e

utilizando as equações 7, 8 e 9, já relacionadas anteriormente, é possível estimar o número de veículos compactadores (Sita 6000, Garwood-Usimeca e Vegalix) necessários para atender a coleta no Sistema de Limpeza Urbana sob estudo. Tal estimativa é apresentada a seguir.

i) Estimativa do número requerido de carros compactadores

Utilizando a Eq. 9, tem-se que o grau de compactação, para os diferentes tipos de compactadores existentes na frota local, será:

$$\text{Sita 6000: } \beta = \frac{8,0/10,5}{0,25} = 3,04$$

$$\text{Garwood - Usimeca: } \beta = 3,00$$

$$\text{Vegalix: } \beta = 2,80$$

Além disso, sabendo que qualquer um dos tipos de veículo compactador executa 2 viagens por dia, tem-se que a capacidade total de coleta, determinada pela Eq. 8, será:

$$\begin{aligned} C_c &= (V_{c_1} \cdot \beta_1 \cdot T_1) + (V_{c_2} \cdot \beta_2 \cdot T_2) + (V_{c_3} \cdot \beta_3 \cdot T_3) \\ &= (10,5 \times 3,04 \times 2) + (12,0 \times 3,00 \times 2) + (10,0 \times 2,80 \times 2) \\ &\approx 192,00 \text{ m}^3 \cdot \text{dia} \end{aligned}$$

Então, o número requerido de cada um dos tipos de veículos, utilizando a Eq. 7, será:

$$\text{Sita 6000: } N_c = \frac{192,00}{10,5 \times 3,04 \times 2} = 3 \text{ veículos}$$

$$\text{Garwood - Usimeca: } N_c = \frac{192,00}{12,0 \times 3,00 \times 2} = \text{veículos}$$

$$\text{Vegalix: } N_c = \frac{192,00}{10,0 \times 2,80 \times 2} = 4 \text{ veículos}$$

Porém, considerando-se uma folga de dimensionamento para suprir os carros em manutenção, os números de veículos, acima estimados, devem ser aumentados por um fator de dimensionamento de 1,25, ou seja:

$$\text{Sita 6000} = 1,25 \times 3 = 4 \text{ veículos}$$

$$\text{Garwood - Usimeca} = 1,25 \times 3 = 4 \text{ veículos}$$

$$\text{Vegalix} = 1,25 \times 4 = 5 \text{ veículos}$$

Para os caminhões do tipo poliguindaste a bibliografia (23) estabelece como satisfatória a relação de 1 veículo para cada 10 caixas coletoras. Portanto, considerando-se que a cidade necessita de 47 caixas coletoras (Ver item 6.4.1, deste capítulo), serão suficientes 5 poliguindastes para atender ao Sistema de Limpeza Urbana local. Acrescido do fator 1,25 esta quantidade será de 7 veículos.

Os veículos do tipo baú-caçamba, em Campina Grande, destinam-se à remoção do lixo proveniente da coleta especial e limpeza de logradouros. Para tanto, o DLP local dispõe, na verdade, de apenas um desses veículos, visto que o outro existente apresenta um precário estado de conservação (Ver Tabela 13). Assim, partindo-se da informação - obtida junto ao departamento supramencionado -, através da qual, mensalmente, são recolhidas cerca de 2.000 toneladas de li

xo especial em caminhões do tipo baú-caçamba, pode-se estimar a quantidade deste veículo, suficiente para atender as necessidades do sistema sob investigação. A estimativa é a que se segue:

$$2.000 \text{ ton/mês} = 8.000 \text{ m}^3/\text{mês} = 267 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Por outro lado, considerando-se que um só deste tipo de veículo tem capacidade igual a  $0,5 \text{ m}^3$  e que realiza até duas viagens por turno, serão necessários 9 baús-caçambas para o Sistema de Limpeza Urbana em Campina Grande. Adotando-se um percentual igual a 25% de carros de reserva para atender a eventuais danos mecânicos a quantidade de baús-caçambas será:

$$\text{Número de baús-caçambas} = 1,25 \times 9 = 12 \text{ veículos.}$$

Para a coleta feita através de veículo movido por meio de tração animal, pode-se afirmar que a produção mensal de lixo (cerca de 52 toneladas) é removida pelas oito carroças existentes.

#### 6.4.4 - Varrição

Para avaliar a eficiência da varrição a referência bibliográfica (12) estabelece como aceitável, para as cidades brasileiras, valores médios de produtividade compreendidos entre 1.500 e 2.000 m/pessoa/dia. No entanto, no caso particular de Campina Grande e segundo dados colhidos junto ao DLP, os procedimentos da varrição, descritos no Capítulo

2, mostram que cada gari apresenta, em média, uma velocidade de varrição em torno de 1.200 m/pessoa/dia.

#### 6.4.5 - Tratamento e Destino Final

Em Campina Grande não é feito o tratamento dos diversos tipos de resíduos recolhidos. Por outro lado, o destino final que tais resíduos encontram consiste em um vazadouro a céu aberto, desprovido de quaisquer cuidados mínimos necessários para assegurar as boas condições sanitárias.

A seguir, o Capítulo 7 apresenta as conclusões e sugestões julgadas válidas para o Sistema de Limpeza Urbana em estudo.

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES

#### 7.1 - Conclusões

A seguir são mostradas as conclusões referentes à análise dos dados apresentados no Capítulo 6. Assim, após este procedimento, finalmente é apresentada uma conclusão geral sobre o Sistema de Limpeza Urbana na cidade de Campina Grande.

##### 7.1.1 - Acondicionamento

Foi constatada uma preferência pelo uso de recipiente de pneu (16%) e de plástico (15%), por parte da população para acondicionar seus resíduos (Figura 37). Vale notar que houve uma ligeira predominância pelo uso de recipientes de pneu. Esta predominância prende-se ao fato de que este recipiente adequa-se perfeitamente às características sócio-econômicas locais, visto ser relativamente barato (Cz\$ 800, preço de julho/88). Isto torna sua compra acessível para uma parte considerável da população do município, constituída, em sua maioria, pelas classes média e baixa (57,3% e 40,3%, respectivamente. Figura 29).

Por outro lado, o que também torna recomendável a adoção de recipiente de pneu, na cidade de Campina Grande, é a vantagem que ele traz para a eficiência do Sistema de Limpeza Urbana local, bem como a capacidade que ele possui de atender a algumas exigências de ordem sanitária. No primeiro caso a vantagem consiste na facilidade de manuseio e descarregamento do lixo, garantida pela forma tronco-cônica que tem este recipiente alternativo. No segundo caso, sob o ponto de vista sanitário, as principais vantagens do recipiente de pneu são: ser lavável, poder ser provido de tampa (o que evita o acesso de animais vadios) e não ser sujeito a corrosão. Além disso, este recipiente é durável (vida útil de até 1 ano) e não causa ruídos.

O recipiente de plástico, no entanto, por ser mais oneroso é de uso predominante entre as classes média e alta da comunidade.

Em algumas áreas da cidade (estrato H<sub>IV</sub>), que representam uma das áreas carentes do município, não houve uma predominância pelo uso de um recipiente específico. Nestas a população se vale de caixas de madeira, caixas de papelão, sacos de supermercado, etc. (Figura 35).

Em relação as caixas coletoras, pode-se afirmar que, atualmente, existe uma defasagem de cerca de 47% em relação a quantidade existente. Este fato tem levado a população ao hábito de atirar seus resíduos em terrenos baldios ou dar-lhes outros destinos (lançando-os em canais, queimando-os, etc.).



### 7.1.2 - Coleta

Com uma produção mensal de lixo em torno de 8.000 ton/mês, a frota existente só retira cerca de 5.100 ton/mês, ficando um déficit mensal de 2.900 ton/mês, ou seja, 37% do lixo fica espalhado em diversos pontos da cidade. Este percentual, se analisado segundo a realidade brasileira, permite afirmar que a coleta realizada em Campina Grande não é satisfatória. É mister acrescentar que, uma parcela da culpa pelo fato da coleta local não ser satisfatória deve-se ao sistema viário que não permite melhor eficiência.

### 7.1.3 - Transporte

Os cálculos apresentados no item 6.4.3, do capítulo anterior, mostram uma defasagem existente entre o número de veículos disponíveis para o Departamento de Limpeza Urbana - DLP realizar seus serviços e a quantidade que, realmente, a cidade necessita. O resultado desta defasagem implica em prejuízos diretos no rendimento da coleta (frequência e horário, principalmente) e nos custos do sistema. Em consequência, a população simplesmente atira o lixo em terrenos baldios ou no próprio logradouro, prejudicando a limpeza e higiene ambientais. Então, pode-se afirmar que, em Campina Grande, o transporte disponível para o Sistema de Limpeza Urbana não é satisfatório.

#### 7.1.4 - Varrição

A produtividade de 1.200 m/pessoa/dia, abaixo dos valores médios estabelecidos para cidades brasileiras (entre 1.500 e 2.000 m/pessoa/dia), em Campina Grande, pode ser atribuída aos seguintes motivos: execução da varrição a favor de aclives, pequena capacidade dos carrinhos (200 l) e distância muito grande dos montículos até a caixa coletora (cerca de 400 m) quando esta deveria ser inferior a 400 m. Também pode ser incluído entre os fatores que contribuem para a baixa velocidade de varrição a formação de montículos (a cada 20 m, aproximadamente) que, expostos a ação do vento e animais, por exemplo, espalham-se freqüentemente, aumentando, por conseguinte, a mão de obra do operário.

#### 7.1.5 - Tratamento e Destino Final

A ausência de tratamento ou de um sistema de destinação final sanitariamente adequado e que possua as condições apropriadas ao lançamento dos resíduos tem causado, em Campina Grande, alguns transtornos à população e à própria cidade. Haja vista que o local atual para despejo final dos resíduos coletados, utilizado pelo DLP, não dispõe de infra-estrutura sanitária alguma. Por esta razão, ele provoca a poluição em toda a área a seu redor, além de originar mau cheiro e de possibilitar a proliferação de roedores e artrôpodes que, além de estarem associados a transmissão de vá

rias doenças, também contribuem, negativamente, para as condições ambientais. Paralelamente a isto, o gado, porcos, cachorros e outros animais também se alimentam do lixo descarregado, pondo em risco a saúde da população.

A situação mais grave deste local de despejo se refere às pessoas denominadas de catadores, que recolhem do lixo materiais que tenham algum valor comercial. Esses catadores (cerca de 50 famílias) vivem em função do lixo e em condições sub-humanas, morando em pequenos casebres de papelão e madeira, criados por eles ao redor do vazadouro. Desprovidas de quaisquer materiais mínimos de segurança (botas, luvas, etc.), pessoas de ambos os sexos (crianças, moços e velhos) vasculham o lixo, tão logo os veículos coletores efetuam o descarregamento, ficando, desta forma, sujeitas ao risco de doenças, ferimentos com objetos cortantes e atropelamentos.

Deste quadro, até aqui apresentado, sem dúvida, resulta uma população com sérios problemas de higiene e saúde. Neste particular, são significativas as opiniões expostas na página 210 e que correspondem a maioria obtida para cada uma das 2 perguntas que compõem o item VII do questionário cujo modelo é apresentado no Capítulo 3. Por ambas as respostas é possível concluir que a população local sabe da associação existente entre lixo e saúde pública, razão pela qual reconhece que as condições atuais do Sistema de Limpeza Urbana existente em Campina Grande não são satisfatórias.

Em decorrência das conclusões anteriores apresenta-se,

a seguir, uma conclusão geral.

CONCLUSÃO GERAL: O Sistema de Limpeza Urbana na cidade de Campina Grande está aquém do desejável, não obstante os investimentos, projetos e outros estudos, realizados pelo município. Entretanto, algumas partes destes são passíveis de serem melhoradas.

As melhoras propostas, que também visam atender aos objetivos específicos da presente pesquisa, são apresentadas na forma de sugestões, no item seguinte.

## 7.2 - Sugestões

As sugestões julgadas pertinentes à melhoria do Sistema de Limpeza Urbana da cidade de Campina Grande são, principalmente:

- (i) A mobilização comunitária, através de campanhas educativas, com a finalidade de preservar, criar, ampliar e transmitir noções e hábitos de higiene na população. Os cuidados com os recipientes - quando colocados à disposição dos carros coletores no exterior das residências - e outros; a realização de Semanas da Limpeza Pública, nas escolas do município; além da ampla participação das Sociedades de Amigos de Bairro - SAB e dos meios de comunicação, são ape

nas alguns exemplos, dentre tantos, para esta mobilização.

- (ii) A atuação conjunta da Secretaria de Viação e Obras - SVO e Departamento de Limpeza Pública - DLP a fim de que, melhoradas as condições das vias públicas, o DLP possa ampliar seu sistema de coleta a um número maior de bairros, conservando a mesma intensidade e eficiência que ele apresenta quando executado, principalmente, no centro da cidade. Tanto os roteiros criados quanto os já existentes devem ser reavaliados a cada 6 (seis) meses, no mínimo, o que não ocorre. Além disto, considerando as condições climáticas e outras condições locais, recomenda-se que a frequência da coleta seja mantida em sua forma atual (três vezes por semana nos bairros e diariamente no centro), o que, certamente, irá assegurar ótimos resultados sanitários e econômicos;
- (iii) A elaboração de um plano de renovação sistemática da frota - incluindo a aquisição de veículos disponíveis para o DLP fiscalizar e garantir a normalização dos serviços -, bem como a permanência em operação apenas dos equipamentos cuja vida útil ainda não tenha sido esgotada. Desse modo, podem ser evitadas várias situações adversas à manutenção do bom nível do serviço;
- (iv) A aplicação plena da Lei nº 1.040/83, de 26 de setembr

bro de 1983, sobretudo no que diz respeito ao trato com os resíduos sólidos provenientes de hospitais e empresas cujas atividades possam causar danos ao meio ambiente ou à população do município;

- (v) A construção, a longo prazo, de uma usina de compostagem, para sanar os problemas sociais e sanitários dos catadores, além de gerar recursos. Obviamente, esta sugestão não descarta a necessidade, a curto prazo, de um aterro sanitário. No entanto, deve ser observado que em Campina Grande, de modo geral, nos terrenos pedregosos a topografia é boa e o lençol freático é profundo, mas há carência de terra. Por outro lado, nos terrenos argilosos há o inconveniente do lençol freático estar próximo à superfície. Assim, recomenda-se que no local escolhido - desde que sejam conjugadas as condições hidrológicas e topográficas favoráveis com a não carência de terra para cobertura - seja adotado, preferencialmente, o método da área para o aterro sanitário a ser executado. Além disso, aconselha-se ainda, a curto prazo, a urgente melhoria das condições do vazadouro atual. Entre estas melhorias citam-se:

- definir uma só frente de serviço;
- melhorias de acesso;
- assistência média e social aos catadores;
- recobrimento diário do lixo depositado;
- colocação de cercas;

- controle de vetores, etc.

E, finalmente, vale observar ainda que, no desenvolvimento do presente estudo, foram encontradas algumas dificuldades para uma avaliação mais criteriosa do Sistema de Limpeza Urbana da cidade de Campina Grande. Isto deveu-se a não existência de levantamentos e estudos básicos que permitissem uma avaliação mais pormenorizada do sistema. Desta forma, alguns destes levantamentos e estudos, necessários para o equacionamento dos problemas encontrados no atual Sistema de Limpeza Urbana local, estão apresentados, a seguir, como sugestões para trabalhos futuros. As sugestões apresentadas são as seguintes:

- a) Caracterização do lixo produzido na cidade de Campina Grande, sobretudo pelo fato de tal caracterização ser um fator importante e de primeira necessidade para qualquer projeto de um Sistema de Limpeza Urbana;
- b) Estudo e avaliação da real viabilidade econômica e da absorção dos produtos reciclados (metais, vidros, plásticos, papéis, etc.) pelo mercado local (indústrias);
- c) Estudo, avaliação e proposição de um sistema de baixo custo, com eficiência e flexibilidade, para resolver *in loco* os problemas dos resíduos perigosos, provenientes de hospitais e indústrias e que, no momento, são coletados juntamente com os resíduos domésticos;
- d) Estudo da presença (população e espécie) de artrópodes, dentro de uma variação sazonal anual da região e,

- e) Estudo da contaminação da população, nos bairros onde não há coleta, e do agravamento das condições de saúde pública local em função do sistema mal operado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - A LIMPEZA urbana no Brasil. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal, [1983]. 4p. Mimeografado.
- 2 - ALTERNATIVAS de disposição de lixo. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal, [1983]. 7p. Mimeografado.
- 3 - BONINI, Edmundo Eboli & BONINI, Sergio Eboli. Noções sobre amostragem. In: ESTATÍSTICA-TEORIA E EXERCÍCIOS. São Paulo, Ed. Loyola, [s.d.]. p. 191-216
- 4 - CAMPINA GRANDE, Prefeitura Municipal. Coordenadoria de Planejamento do Município. *Perfil do município*. Campina Grande, 1984. 170p.
- 5 - CAMPINA GRANDE, Prefeitura Municipal. Empresa Municipal de Urbanização da Borborema. *Perfil do DLU*. Campina Grande, [s.d.]. [n.p.].
- 6 - \_\_\_\_\_ . *Plano diretor*. Campina Grande, [1982]. [n.p.].
- 7 - \_\_\_\_\_ . *Sistema de limpeza urbana; diagnóstico*. Campina Grande, ago. 1982. [n.p.].
- 8 - \_\_\_\_\_ . *Sistema de limpeza urbana; plano de*

otimização operacional. Campina Grande, ago. 1982.  
[n.p.].

- 9 - CAMPINA GRANDE. Prefeitura Municipal. *Lei nº 1.040*, de 26 de setembro de 1983.
- 10 - CASTRO NETO, Pedro Penteado de. Controle de resíduos sólidos industriais no Estado de São Paulo. *Limpeza Pública*, São Paulo, Associação Brasileira de Limpeza Pública, (24): 3-11, set. 1985.
- 11 - CAVALVANTI, Bernardete Feitosa et alii. A metodologia para o sistema de distribuição de água potável. In: CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE CAMPINA GRANDE. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1982. p. 18-33.
- 12 - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, (comp.). *Macro-índicadores para a administração dos serviços de limpeza pública*. (Divulgação técnica publicada no HOJAS nº 7, de outubro de 1981. CEPIS - Lima, Peru). Trad. Angela Maria Martinez Borba. São Paulo, jun. 1982. [n.p.].
- 13 - COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. Reciclagem e industrialização de produtos recuperáveis existentes no lixo domiciliar urbano. *Ciência e Técnica*, Rio de Janeiro, Sociedade Educacional Professor Nuno Lisboa, 8(26): 4-21, mar. 1980.
- 14 - COMPOSTAGEM. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de

- Administração Municipal, [1983]. 7p. Mimeografado.
- 15 - COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. Amostragem—distribuições amostrais. In: ESTATÍSTICA. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1977. p. 39-58.
- 16 - FÁBRICA DE AÇO PAULISTA S.A. *Sistema de trituração de lixo*. São Paulo. Catálogo. [s.d.]. [n.p.].
- 17 - FINSTEIN, M.S. et alii. Evaluation of composting process performance. In: Stentiford, Edward I., (ed.). PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPOSTING OF SOLID WASTES AND SLURRIES. Leeds, England, The University of Leeds, sept. 1983. p. 23-34.
- 18 - FONSECA, Jairo Simon da & MARTINS, Gilberto de Andrade. *Curso de estatística*. 3. ed. São Paulo, Ed. Atlas, 1980. 286p.
- 19 - GONÇALVES, Fernando Botafogo. Um atraso de 15 anos. *Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21(1): 8-9, jan./mar. 1982.
- 20 - GRUPO prepara diretrizes para limpeza urbana. *Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21(1): 2-4, jan./mar. 1982.
- 21 - HADDAD, José Felício. Processamento e disposição de resíduos sólidos. *Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro

- ro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21(1): 26-9, jan./mar. 1982.
- 22 - HALD, A. Designs of sampling investigations and experiments. In: STATISTICAL THEORY WITH ENGINEERING APPLICATIONS. New York, John Wiley, 1952. p. 488-521.
- 23 - INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. *Manual de limpeza pública*. Rio de Janeiro, 1973. 115p.
- 24 - J.I. CASE DO BRASIL & CIA. *Trator escavo-carregador articulado/W18*. São Paulo. Catálogo. [s.d.]. [n.p.].
- 25 - KOMPAC ENGENHARIA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. *Usina de incineração de lixo (aeroporto internacional Eduardo Gomes / Manaus - AM)*. Rio de Janeiro, jul. 1985. Catálogo. [n.p.].
- 26 - LEITE, Luiz Edmundo H.B. da Costa & MAGALHÃES, Antonio Fernando M. Limpeza de ruas: técnica de estética. *Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23(3): 304-6, jul./set. 1984.
- 27 - LEME, Francilio Paes. Sistema de manejo dos resíduos sólidos. In: ENGENHARIA DO SANEAMENTO AMBIENTAL. 2. ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1984. p. 247-77.
- 28 - LINDENBERG, Roberto de Campos. Escolha de local para implantação de instalação de tratamento ou destino final do lixo. *Limpeza Pública*, São Paulo, Associa

- ção Brasileira de Limpeza Pública, (27): 15-6,  
jan./mar. 1987.
- 29 - MAGALHÃES, Agenor Portelli Teixeira. *Biogãs; um projeto de saneamento urbano*. São Paulo, Nobel, 1986. 120p.
- 30 - NASCIMENTO, Inaldo Félix do. *Análise do sistema de limpeza urbana na cidade de João Pessoa*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 1984. 126p.
- 31 - O DESAFIO dos resíduos sólidos. *Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, ABES, 19(3): 264-8, jul./set. 1980.
- 32 /> PARAÍBA. Instituto de Planejamento da Paraíba. *Coordenação de Estudos e Pesquisas. Estimativas da população dos municípios e do Estado da Paraíba/1981-90*. João Pessoa, 1985. 51p.
- 33 - PARAÍBA. Superintendência de Industrialização do Estado da Paraíba. Núcleo Regional de Campina Grande. *Distrito industrial de Campina Grande (informações gerais)*. Campina Grande, nov. 1987. 32p.
- 34 - PEREIRA NETO, J.T. *The effect of operational parameters on process performance in aerated static pile composting system*. MPhil Report. Leeds, England, The University of Leeds, 1984a. 175p.
- 35 - PEREIRA NETO, J.T. *On the treatment of municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile compos*

- ting*; a low cost technology approach. Tese de do  
torado. Universidade de Leeds, Inglaterra, 1987.  
276p.
- 36 - PEREIRA NETO, J.T., STENTIFORD, E.I. & MARA, D.D. *Sis*  
*tema de compostagem por pilhas estáticas aeradas*;  
uma proposição ao tratamento do lixo urbano e lodos  
de esgotos. Trabalho apresentado no XV Congresso de  
Engenharia Sanitária e Ambiental, Maceió, Brasil,  
1985d. 26p.
- 37 - PEREIRA NETO, J.T., STENTIFORD, E.I. & MARA, D.D. *Low*  
*cost controlled composting of refuse and sewage*  
*sludge*. Trabalho apresentado na 13.<sup>a</sup> Conferência Wa  
ter Pollution Treatment and Control, Rio de Janeiro,  
Brasil, 1986a. 7p.
- 38 - PEREIRA NETO, J.T., STENTIFORD, E.I. & MARA, D.D. *Com*  
*parison of windrow and aerated static piles for*  
*refuse/sludge composting*. Trabalho apresentado no  
International Symposium in Composting, Process,  
Quality and Use, Udine, Itália, 1986c. 21p.
- 39 - PESSÔA, Constantino Arruda & JORDÃO, Eduardo Pacheco.  
Lagoas de estabilização. In: TRATAMENTO DE ESGOTOS  
DOMÉSTICOS. 2. ed. Rio de Janeiro, Associação Brasi  
leira de Engenharia Sanitária e Ambiental/Banco Na  
cional da Habitação, 1982. v. 1, p. 415-87.
- 40 - PÖPEL, J.H. *Storage, collection, and transportation*  
*of domestic refuse*. Holland, Delft University of

Technology, feb. 1971. [n.p.].

- 41 - RESÍDUOS sólidos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal, [1983]. 3p. Mimeografado.
- 42 - SANT'ANNA, José Alex (ed.) et alii. *Guia Campina Grande/82*. Campina Grande, Grafset, 1982. [n.p.].
- 43 - SILVA, Edson Marcos R. da. *Aterro Sanitário; planejamento e projeto*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 1983. 22p. Mimeografado.
- ~~44~~ - SIQUEIRA, Antônio de. Lixo-coleta-transporte e destino. In: ENGENHARIA SANITÁRIA. 2. ed. Rio de Janeiro, Ed. Globo, 1959. v.2, p. 127-47.
- 45 - SPIEGEL, Murray R. *Estatística*. (Schaum's outline of theory and problems of statistics). Trad. Pedro Cosentino. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1970. 580p.
- 46 - STENTIFORD, E.I. & PEREIRA NETO, J.T. *Changes during maturation with refuse / Sludge composts*. Trabalho apresentado na 15.<sup>a</sup> Conferência on Composting and Waste Recycling. Philadelphia, Pensylvania, EUA, 1985b. [n.p.].
- 47 - VEGA-SOPAVE S.A. *Sita 6000*. São Paulo. Catálogo. [s.d.]. [n.p.].

- 48 - \_\_\_\_\_ . *Vegalex*. São Paulo. Catálogo. [s.d].  
[n.p.] .
- 49 - \_\_\_\_\_ . *Vegamaster*. São Paulo. Catálogo. [s.d].  
[n.p.] .

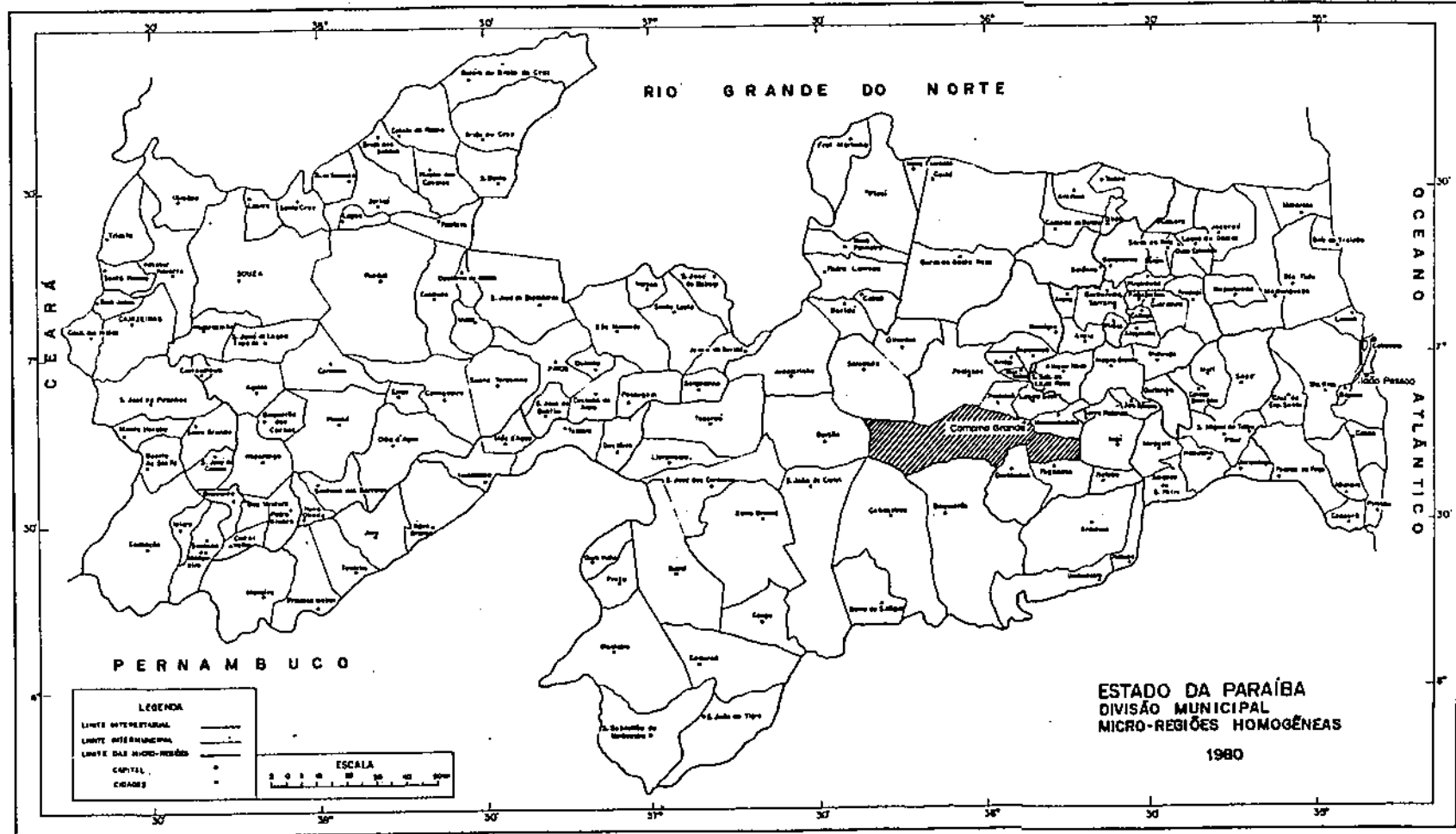


ANEXOS

ANEXO I - Mapas do Estado da Paraíba e do Município de Cam  
pina Grande.

Este Anexo contém, respectivamente, o mapa do Esta  
do da Paraíba (Anexo I.1) e o mapa rodoviário do município  
de Campina Grande (Anexo I.2).

ANEXO I.1



Fonte: Prefeitura Municipal de Campina Grande - 1980.



## ANEXO II - População Total a Ser Amostrada

Neste Anexo é apresentada a população total a ser amostrada. Vale notar que os elementos que nela fazem parte foram obtidos através de informações fornecidas pelo Departamento de Limpeza Pública - DLP, da cidade de Campina Grande, bem como por meio de observações *in loco*, etc.

Deste modo, tem-se que: ruas atendidas nos trechos de coleta; caixas coletoras; pontos não atendidos por serviço de coleta e pontos atendidos por coleta através de tração animal constituem, respectivamente, os Anexos II.1; II.2; II.3 e II.4.

Em tais Anexos é conveniente observar, também, a validade da seguinte simbologia:

- ★ Ponto do substrato  $h_1(I)$
- Ponto do substrato  $h_2(I)$
- ★ Ponto do substrato  $h_3(I)$
- \* Ponto do substrato  $h_4(I)$
- ▼ Ponto do substrato  $h_5(I)$
- © Ponto do estrato  $H_{II}$
- Ponto do substrato  $h_1(III)$
- ★ Ponto do substrato  $h_2(III)$
- ▶ Ponto do substrato  $h_3(III)$
- ◆ Ponto do estrato  $H_{IV}$

Anexo II.1 - Ruas atendidas nos trechos de coleta

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
02.02,D	Catolê (parte) José Pinheiro (parte)	Dias Pares (2. <sup>as</sup> , 4. <sup>as</sup> e 6. <sup>as</sup> )	Diurno	12 km	5.45h
INÍCIO DO TRECHO: Rua Paulo de Frontin			FINAL DO TRECHO: Rua (Sargento) Edson Sales		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Oito de Dezembro				★
2	José Dantas de Aguiar				
3	(Prefeito) Francisco Camilo				
4	José Francisco Ramos				
5	Arius				
6	Padre Anchieta				★
7	Elpídio de Almeida				
8	Coremas				
9	Ascendino Moura				★
10	Pedro Leal				
11	Américo Falcão				
12	Coelho Lisboa				
13	Marinheira Agra				
14	(Almirante) Tamandaré				
15	Amaro Coutinho				★

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
02.04.D	José Pinheiro (parte) Santo Antônio (parte) Monte Castelo (parte) Vila Castelo Branco (toda)	Dias Pares (2. <sup>as</sup> , 4. <sup>as</sup> e 6. <sup>as</sup> )	Diurno	16 km	4:55h
INÍCIO DO TRECHO: Rua (Ministro) José Américo de Almeida			FINAL DO TRECHO: Rua Mamedes Moisés Rais		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Maximiniano Machado				★
2	Carlos Gomes				
3	Tomé de Souza				
4	(Santo) Antônio				★
5	Arruda Câmara				
6	Vigário Virgínio				★
7	Neuza Borborema de Souza				
8	Aurélio Feitosa Ventura				
9	Orestes Fialho de Araújo				
10	José Gomes de Farias				
11	Leonita Tavares Machado				★
12	(Sargento) Edson Sales				
13	(Construtor) Joaquim da Silva Zeca				
14	Severino de Branco				
15	José Palmeira Filho				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
03.02.D	José Pinheiro (parte) Mirante (parte) Monte Castelo (parte) Nova Brasília (toda)	Dias Pares (2. <sup>as</sup> , 4. <sup>as</sup> e 6. <sup>as</sup> )	Diurno	13 km	4:20h
INÍCIO DO TRECHO: Rua Fernandes Vieira			FINAL DO TRECHO: Rua Mamede Moisés Raia		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Josafã César Falcão				★
2	Campos Sales				
3	Malaquias de Sousa do O				
4	(Professor) Miron				
5	Amaro Coutinho				
6	(Dom) Bosco				
7	Dantas Barreto				
8	Pedro da Costa				★
9	Antonio Barbosa				
10	Mamede Moisés Raia				
11	Chile				★
12	Gonçalves Dias				
13	São Luiz				
14	José Aranha				
15	Olga Azevedo Dantas				



TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
04.02.D	Catolê (parte) Liberdade (parte) Vila Sandra Cavalcanti (toda)	Dias Pares (2. <sup>as</sup> , 4. <sup>as</sup> e 6. <sup>as</sup> )	Diurno	29 km	
INÍCIO DO TRECHO: Rua Cazuza Barreto			FINAL DO TRECHO: Rua Severino Gonçalves Menezes		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Vinte e Quatro de Maio				*
2	Cristino Colaço				*
3	João Quirino				*
4	Luis Cunha Lima				
5	Barão da Passagem				★
6	Elpídio de Almeida				
7	Basílio Araújo				
8	Manoel Barros				
9	Pedro Aragão				
10	Florípedes Pontes				
11	Jessino de Farias Leite				
12	Manoel Alves de Oliveira				
13	Jerônimo da Silva				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
05.02.D	Santa Rosa (parte) Cruzeiro (parte) Vila Cabral de Santa Rosa (todo) Quarenta (parte)	Dias Pares (2. <sup>as</sup> , 4. <sup>as</sup> e 6. <sup>as</sup> )	Diurno	29 km	6:45h
INÍCIO DO TRECHO: Rua José da Silva Chaves			FINAL DO TRECHO: Rua (Enfermeira) Maria de Lourdes Silva		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Santa Rosa				★
2	José da Silva Chaves				
3	José Jesuino de Brito				
4	(Presidente) Costa e Silva				
5	José Martins				
6	Alfredo Alves de Araújo				★
7	Antonio Amilcar de Almeida				
8	(Enfermeira) Maria de Lourdes Silva				★
9	Damasco				★
10	Mem de Sá				
11	Colômbia				
12	Yoyô Cavalcante				
13	Manuel Couto				
14	José Porto				
15	(Professor) Serafim				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
09.02.D	Conjunto Pres. Médici (todo) Vila Santa Cruz (todo) Conjunto do Ipep (parte) Cruzeiro (parte)	Dias Pares (2. <sup>as</sup> , 4. <sup>as</sup> e 6. <sup>as</sup> )	Diurno	21 km	4:45h
INÍCIO DO TRECHO: Rua Almirante Barroso			FINAL DO TRECHO: Rua (Senador) João Caetano de Arruda		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Almirante Barroso				
2	Felizardo Ribeiro				
3	Três Irmãs				
4	Almirante Barroso esquina com Três Irmãs				
5	Antonio Rodembuch				*
6	Praça da Vila Santa Cruz				
7	Florianópolis				
8	Celina Queiroz				
9	Lafaiet Cavalcanti				*
10	Joaquim Ferreira Passos				
11	(Monsenhor) José Coutinho				
12	Tercínio M. de Oliveira				
13	(Dr.) Paulo Roberto Maia				★
14	Rogério Toledo				
15	Dr. Floriano Mendes Freire				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
10.02.D	Liberdade (todo)	Dias Pares (2. <sup>as</sup> , 4. <sup>as</sup> e 6. <sup>as</sup> )	Diurno	14 km	4:55h
INÍCIO DO TRECHO: Rua Neco Belo			FINAL DO TRECHO: Rua Santa Catarina		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Minas Gerais				
2	Rio Grande do Sul				★
3	Acre				
4	Alagoas				
5	Rio de Janeiro				
6	Paraíba				
7	Bahia				
8	Pernambuco				
9	Assis Chateaubriand				★
10	Neco Belo				★
11	Odon Bezerra				
12	Riachuelo				★
13	Getúlio Cavalcanti				
14	Almirante Barroso				
15	Rio de Janeiro				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
10.04.D	Jardim Paulistano (todo) Vila Paulistano (todo) Rosa Cruz (todo)	Dias Pares (2. <sup>as</sup> , 4. <sup>as</sup> e 6. <sup>as</sup> )	Diurno	26 km	5:05h
INÍCIO DO TRECHO: Av. Assis Chateaubriand			FINAL DO TRECHO: Av. Aprígio Nepomuceno		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Amazonas				
2	Getúlio Cavalcanti				★
3	Aprígio Nepomuceno				
4	Aprígio Nepomuceno esquina com Riachuelo				
5	Getúlio Cavalcanti				
6	Riachuelo				★
7	Isaac Catão				
8	Joana A. Silvestre				
9	Manoel Leonardo Gomes				
10	Natalícia Ramos Vieira				
11	Aprígio Nepomuceno esquina com Pedro Brasil				★
12	José Dorotéia Dutra				
13	Augusto Borborema				★
14	Gasparino Barreto				
15	(Professora) Djanira Tavares da Silva				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	FURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
0301.D	Alto Branco (parte) Jardim Tavares (Santo Antonio) (parte)	Dias Ímpares (3. <sup>as</sup> , 5. <sup>as</sup> e sába dos)	Diurno	20 km	5:00h
INÍCIO DO TRECHO: Av. Floriano Peixoto			FINAL DO TRECHO: Rua Agamenon Magalhães		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Floriano Peixoto				
2	Manuel Elias de Araújo				
3	Salvino de Oliveira Neto				
4	Antonio Catão				
5	Apolonia Amorim				★
6	Ordenez Trovão de Melo				★
7	(Gen.) Newton Estilac Leal				
8	Napoleão Laureano				
9	Agamenon Magalhães				★
10	José do Ô				
11	Arnaldo Albuquerque				★
12	(Professora) Luiza de Castro				
13	(Agrimensor) José de Brito				
14	Pombal				
15	Cleyton Ismael				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
06.01.D	Conceição (todo) Alto Branco (parte) Bairro das Nações (parte)	Dias Ímpares (3. <sup>as</sup> , 5. <sup>as</sup> e sá <u>ba</u> dos)	Diurno	21 km	4:25h
INÍCIO DO TRECHO: Av. Severino Verônica			FINAL DO TRECHO: Rua Índios Piragibe		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Av. das Nações				
2	(Maestro) Nelson Ferreira				
3	Antonio Bezerra Paz				★
4	José Barbosa de Menezes				
5	(Pres.) Roosevelt				
6	Aluska Santos de Andrade				
7	Manoel Elias de Castro				
8	(Gen.) Newton Estilac Leal				
9	Severino Verônica				★
10	Henrique Dias				
11	Índios Piragibe				★
12	Tavares Candeia				
13	Domingos Sarmento				
14	(São) Francisco de Assis				★
15	Vigolvino Wanderley				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
07.01.D	Palmeira (parte) Vila Cabral de Santa Terezinha (toda)	Dias Ímpares (3. <sup>as</sup> , 5. <sup>as</sup> e sãba dos)	Diurno		
INÍCIO DO TRECHO: Vila Cabral de Santa Terezinha			FINAL DO TRECHO: Rua Ouro Branco		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Joaquim Azevedo				
2	Josefa Maria da Conceição				★
3	São Bento				
4	Arquimedes Souto Maior				
5	Sinhazinha de Oliveira				
6	Ana Azevedo				
7	São João				
8	(Professor) Balbino				★
9	José Lins do Rêgo				★
10	(Conde do) Bonfim				
11	Quinze de Novembro				★
12	Cristiano Palmeira				★
13	Herculano Dias				
14	Belarmino Timóteo				
15	Manoel Félix				



TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
07.03.D	Bela Vista (todo) Monte Santo (todo)	Dias Ímpares (3. <sup>as</sup> , 5. <sup>as</sup> e sába dos)	Diurno	12 km	3:20h
INÍCIO DO TRECHO: Rua Olegário Maciel			FINAL DO TRECHO: Rua (Dom) Pedro II		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	(Capitão) João Alves de Lira				★
2	(Dom) Pedro II				
3	Idelfonso Aires				
4	Rio Branco				
5	(Coronel) José Vicente				
6	(Sargento) Hermes Ferreira				
7	Conde D'eu				
8	Sinhazinha de Oliveira				★
9	Borborema				
10	José Augusto Trindade				
11	Tomaz de Santa Rosa				
12	Antonieta Cavalcante				★
13	São Severino				
14	Carneiro da Cunha				
15	Ana da Silva Meira				▼

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
08.01.D	Bodocongõ (parte) Conjunto Severino Cabral (todo)	Dias Ímpares (3. <sup>as</sup> , 5. <sup>as</sup> e sába dos)	Diurno	17 km	3:30h
INÍCIO DO TRECHO: Rua Portugal			FINAL DO TRECHO: Rua Joaquim Amorim Júnior		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Carlos Alberto de Souza				
2	Francisco Melquiãdes				
3	João Sérgio de Almeida				
4	(Professor) João Rodrigues				★
5	Florípedes Coutinho				
6	Florípedes Coutinho esquina com Damião José Rodrigo				★
7	João Sérgio de Almeida esquina com Antonio Marinho				
8	(Coronel) João Figueiredo				★
9	José Vitorino da Silva				
10	Quintino de Freitas				
11	(Coronel) João Figueiredo esquina com Isolda Barros Torquato				
12	Maria do Socorro Farias				
13	(Freira) Francisca Gusmão				
14	(Freira) Francisca Gusmão				
15	Glauber Alison Figueiredo				

TRECHO	BAIRROS)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
08.03.D	Centro (parte) Prata (parte) Bairro Universitário (todo) Conj. dos Professores (todo)	Dias Ímpares (3. <sup>as</sup> , 5. <sup>as</sup> e sãba dos)	Diurno	14 km	3:30h
INÍCIO DO TRECHO: Rua Siqueira Campos			FINAL DO TRECHO: Rua Manoel Barros de Oliveira		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Siqueira Campos				
2	José de Alencar				
3	Marechal Deodoro da Fonseca				
4	José de Alencar (entre Antenor Navarro e Nilo Peçanha)				
5	Nilo Peçanha				
6	Montevideu				
7	Rodrigues Alves				
8	Auta Leite				
9	Edmundo Pereira de Assis				★
10	Antonio Joaquim Pequeno				★
11	Dr. Francisco de Lima Neto				
12	Manoel Barros de Oliveira				★
13	Joaquim Caroca				
14	Ricardo Wagner da Silveira Paz				
15	Severino de Figueiredo				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
09.01.D	Centenário (todo) São José (parte)	Dias Ímpares (3. <sup>as</sup> , 5. <sup>as</sup> e sá <u>ba</u> dos)	Diurno	18 km	4:45h
INÍCIO DO TRECHO: Rua Teixeira de Freitas			FINAL DO TRECHO: Rua José Elpídio da Costa Monteiro		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Iremar Marinho				
2	(Prof.) Capiba				
3	Teixeira de Freitas				
4	Nilo Peçanha				
5	Almeida Barreto				
6	(Deputado) Jader de Medeiros				
7	República				★
8	Manoel Sales				
9	Nilo Peçanha esquina com Independência				
10	Duque de Caxias				★
11	República esquina com Independência				
12	Argentina				
13	(Capitão) Domingos Cariris				
14	(Prof.) Ariel Valdevino				★
15	Paulo Pontes				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
01.00.N	São José (parte) Centro (parte)	Diária (de 2. <sup>a</sup> a sábado)	Noturna	20 km	
INÍCIO DO TRECHO: Rua Sebastião Donato			FINAL DO TRECHO: Rua (Dr.) Severino Cruz		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Almeida Barreto				
2	Assis Chateaubriand				
3	(Dr.) João Moura				
4	José do Patrocínio				"
5	Lino Gomes da Silva				●
6	Frei Caneca				
7	Otacílio de Albuquerque				
8	Miguel Couto				
9	Irineu Joffily				●
10	Vidal de Negreiros				●
11	João da Mata				
12	(Coronel) João Lourenço Porto				
13	José Bonifácio				
14	Elias Asfora				
15	Álvaro Gaudêncio				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
05.00.N	Palmeira (parte) Centro (parte)	Diária (de 2. <sup>a</sup> a sábado)	Noturno	22 km	
INÍCIO DO TRECHO: Rua João da Silva Pimentel			FINAL DO TRECHO: Av. Getúlio Vargas		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Quinze de Novembro				●
2	José Lins do Rêgo				
3	Quintino Bocaiúva				
4	Arquimedes Souto Maior				
5	João Suassuna				
6	João Pessoa				▼
7	Getúlio Vargas				●
8	Av. Getúlio Vargas com Siqueira Campos				
9	D. Pedro II				
10	João Alves de Lira				●
11	Rodrigues Alves				✱
12	Duque de Caxias				
13	Siqueira Campos				
14	Monte Santo esquina com Rodrigues Alves				
15	Antenor Navarro				

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
19.00.N	Centro (parte)	Diária (de 2. <sup>a</sup> a sábado)	Noturna		
INÍCIO DO TRECHO: Rua Manoel Guimarães			FINAL DO TRECHO: Rua Vidal de Negreiros		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Gilô Guedes				
2	Quebra Quilos				
3	Vila Nova da Rainha				
4	Tavares Cavalcante				
5	Floriano Peixoto				✱
6	Peregrino de Carvalho				●
7	Tavares Cavalcante esquina com Agamenon Magalhães				
8	João Alves de Oliveira				
9	Maciel Pinheiro				●
10	Epitácio Pessoa				
11	João Pessoa				
12	Marquês do Herval				
13	Floriano Peixoto esquina com Venâncio Neiva				
14	João Suassuna				
15	Vigolvino Wanderley				

Anexo II.2 - Caixas coletoras

TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	FURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
Apoio a varrição	Centro Prata	-	-	-	-
INÍCIO DO TRECHO:		FINAL DO TRECHO:			
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Rua Raimundo Alves				
2	Contorno da Av. Brasília				
3	Farródromo				
4	Shopping Center				
5	Mercado da Prata				
6	Feira Central (2 caixas)				
					©









TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
Coleta de entidades	Monte Santo/Centro/José Pinheiro/Liberdade/Bodocongô/São José/Prata/Centenário	-	-	-	-
INÍCIO DO TRECHO:			FINAL DO TRECHO:		
	<b>LOCALIZAÇÃO</b>				OBS.
1	Cemitério Monte Santo				©
2	Cemitério José Pinheiro				
3	Central de Polícia (Rua Pedro I)				
4	UFPB (2 caixas da própria UFPB)				
5	Corpo de Bombeiros (Rua Pedro I)				©
6	IPASE/Hospital (Rua Carlos Chagas)				
7	Pedro I/Hospital (Rua Pedro I)				©
8	Casa de Saúde Dr. Brasileiro (Rua Pedro II)				
9	Antonio Targino/Hospital (Rua Floriano Peixoto)				
10	Maternidade Municipal (Rua Quebra Quilos)				
11	Mercado da Liberdade (Rua Rio de Janeiro)				
12	EMBRAPA (Rua Oswaldo Cruz)				©

Anexo II.3 - Pontos não atendidos por serviço de coleta

(continua)

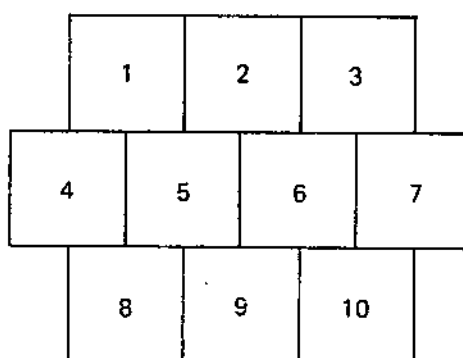
TRECHO	BAIRRO(S)	FREQÜÊNCIA	TURNO	QUILOMETRAGEM DO TRECHO	TEMPO MÉDIO DE COLETA
-	-	-	-	-	-
INÍCIO DO TRECHO: -			FINAL DO TRECHO: -		
PONTO	LOCALIZAÇÃO				OBS.
1	Rua das Juremas			Malvinas	
2	Rua Manaus			Malvinas	■
3	Cachoeira			Cachoeira	
4	João Honório			02.02.D	
5	Severino de Branco			02.04.D	★
6	Pará			10.02.D	
7	Claudino Gomes de Oliveira			10.04.D	★
8	José Jesuino de Brito			05.02.D	
9	Dantas Barreto			03.02.D	
10	Porto Velho			09.02.D	
11	(Prof.) Emílio Araújo Chaves			04.02.D	
12	Jeremias			Jeremias	
13	José Batista Chaves			06.01.D	
14	Zacarias Lira Pessoa			03.01.D	
15	Borborema			07.03.D	





## ANEXO III - Planta Geral de Campina Grande.

Este Anexo é constituído por uma Planta Geral de Campina Grande. Assim, são apresentada 10 pranchas (numeradas de 1 a 10) que, para formar a Planta Geral, basta juntá-las da seguinte forma (42):



Além disto, neste Anexo estão identificados os trechos de coleta e/ou pontos onde os questionários foram aplicados. Tais pontos obedecem a seguinte simbologia:

- ★ Ponto do substrato  $h_1(I)$
- Ponto do substrato  $h_2(I)$
- ★ Ponto do substrato  $h_3(I)$
- \* Ponto do substrato  $h_4(I)$
- ▼ Ponto do substrato  $h_5(I)$
- © Ponto do estrato  $H_{II}$
- Ponto do substrato  $h_1(III)$
- ★ Ponto do substrato  $h_2(III)$
- ▶ Ponto do substrato  $h_3(III)$
- ◆ Ponto do estrato  $H_{IV}$





