

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CAMPUS II**  
**COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**  
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA, FÍSICA,  
QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DOS RESÍDUOS  
SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE  
DE JOÃO PESSOA (PB)**

**JOSUÉ PEIXOTO FLÔRES NETO**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**Fevereiro - 2002**

**JOSUÉ PEIXOTO FLÔRES NETO**

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA, FÍSICA,  
QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DOS RESÍDUOS  
SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE  
DE JOÃO PESSOA (PB)**

**Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Engenharia Civil da  
Universidade Federal da Paraíba, em  
Cumprimento às exigências para  
Obtenção do grau de Mestre.**

---

**Área de Concentração : Recursos Hídricos  
Sub-Área: Engenharia Sanitária e Ambiental  
Orientadores:  
Prof Dr. Valderi Duarte Leite  
Profa Dra Beatriz Susana O. de Ceballos**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**Fevereiro - 2002**

---



F634e Flôres Neto, Josué Peixoto.  
Estudo da composição gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB) / Josué Peixoto Flôres Neto. - Campina Grande, 2002.  
116 f. il. : color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2002.  
"Orientação: Prof. Dr. Valderi Duarte Leite e Profa. Dra. Beatriz Susana O. de Ceballos".  
Referências.

1. Resíduos Sólidos Urbanos - João Pessoa (PB). 2. Composição Gravimétrica - Estudo. 3. Resíduos Sólidos - Análise Física, Química e Bactereológica. 4. Engenharia Civil - Dissertação. I. Leite, Valderi Duarte. II. Ceballos, Beatriz Susana O. de. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB) UV.628.1(813.3)(043)

**JOSUÉ PEIXOTO FLÔRES NETO**

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA, FÍSICA,  
QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DOS RESÍDUOS  
SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE JOÃO PESSOA (PB)**

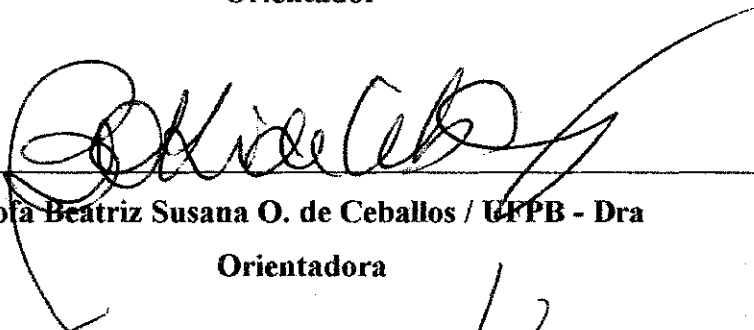
**COMISSÃO EXAMINADORA**



---

**Prof Valderi Duarte Leite / UEPB - Dr**

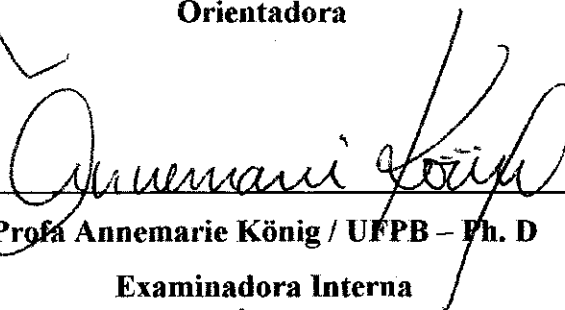
**Orientador**



---

**Profa Beatriz Susana O. de Ceballos / UFPB - Dra**

**Orientadora**



---

**Profa Annemarie König / UFPB - Ph. D**

**Examinadora Interna**



---

**Prof José Fernando Thomé Jucá / UFPE - Dr**

**Examinador Externo**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**Fevereiro - 2002**

*Ao Deus que nos guarda de tropeçar,  
Para nos apresentar puros diante da Sua glória,  
Ao único Deus, Salvador, Por meio de Cristo, o Senhor,  
Majestade e glória, Poder e Reino,  
Antes e agora e para todo sempre.*

Epístola de São Judas, vs. 24 e 25.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Senhor e Salvador Jesus Cristo, Toda Honra, Toda Glória e Todo o Louvor.

Ao meu pai, *In Memoriam*, Alfredo Peixoto Flôres, pela existência e confiança durante os dias por nós compartilhados em vida.

A minha querida mãe, Maria Ivanilda de Oliveira Flôres, eterna batalhadora, pela dedicação, simplicidade e apoio em todos os momentos de minha vida.

A minha amada esposa, Marliete Mariz Peixoto, amiga de todas as horas, por seu amor, compreensão e incentivo, tão fundamentais em cada momento de nossa caminhada.

Aos meus queridos filhos, Lucas e Jemima, jóias preciosas dadas por Deus, motivos de dedicação, perseverança e certeza de que a vida vale a pena.

Aos meus orientadores, Prof Dr Valderi Duarte Leite e Profa Dra Beatriz Suzana O. Ceballos, pela dedicação, orientação crítica e paciência em todos os momentos.

Aos professores, Dr. José Fernando Thomé Jucá e Dra Annemarie König, pelo acompanhamento crítico, orientação precisa e contribuições relevantes neste processo.

A toda Diretoria da EMLUR pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

A SEPLAN – Secretaria de Planejamento do Município pela informações fornecidas.

A todos os colegas e amigos da EMLUR, especialmente do Departamento Técnico e de Planejamento, pelo apoio e incentivo em todos os momentos da pesquisa.

A Francisco Robson L. Ferreira, ex-Superintendente da EMLUR, por acreditar, apoiar e incentivar a concretização deste sonho.

Aos companheiros de viagem, José Gildo Patrício e Josué Trajano, sempre ao lado nas peregrinações estrada à fora.

Aos professores, funcionários e colegas de curso, por todo apoio ao longo da jornada.

Enfim, a todos àqueles que contribuíram na realização deste sonho.

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar a taxa de produção *per capita*, a caracterização gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade João Pessoa, capital do estado da Paraíba ( $7^{\circ}6'54''$  de latitude sul e  $34^{\circ}51'47''$  de longitude oeste), buscando contribuir para tomadas de decisões no âmbito de propostas e soluções alternativas no processo de otimização do uso de serviços, pessoal, tempo, transporte, custos e principalmente o tipo de tratamento e/ou destinação final dos resíduos sólidos da cidade. A pesquisa foi realizada no período compreendido entre fevereiro e setembro do ano de 2001. Para execução do trabalho, foram escolhidos juntamente com a EMLUR (Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana) seis bairros, que representavam na época, em média, 22% (vinte e dois por cento) da população total domiciliada na zona urbana da cidade. Durante o período da pesquisa foram realizados em cada bairro vinte e quatro repetições amostrais para a determinação da taxa de produção *per capita*, doze para a determinação da composição gravimétrica e três para as análises física, química e bacteriológica. A análise dos resultados demonstra que a taxa média de produção *per capita* é de 0,83kg/hab.dia, enquanto que na composição gravimétrica as frações mais representativas foram a matéria orgânica com 53,8%, os plásticos com 13,9%, papel/papelão com 6,2%, metais com 1,9% e vidros com 1,3% (percentagem em peso), constatando-se que, de maneira geral, estes valores encontram-se dentro dos limites já estabelecidos por outros pesquisadores em outras cidades brasileiras. A caracterização física, química e bacteriológica foi realizada na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos em amostras coletadas tal fim simultaneamente com as das caracterizações gravimétricas. Os resultados mostram valores de pH igual a 4,80, 75,9% de umidade, 90,9% de STV, 9,1% de STF, 49,4% de COT, 49,4% de DQO e a relação C/N igual a 26/1, CT de  $2,1 \times 10^8$ , CF de  $2,0 \times 10^8$ , *E. coli* de  $2,0 \times 10^7$  e E.F de  $2,8 \times 10^7$  (NMP/g).

A caracterização física e química dos resíduos sólidos urbanos de João Pessoa apresentou um pH compatível ao dos lugares pesquisados na literatura, um teor de umidade acima da média, necessitando ser corrigido para menor (para faixa ideal entre 40 a 60%), caso seja utilizado em um possível processo de compostagem. O percentual de sólidos voláteis ficou acima da média nacional, e o valor médio da relação C/N comparável aos de alguns destes lugares, dentro dos limites (mínimo de 25/1 e máximo de 35/1) mais recomendados para uma rápida e eficiente compostagem.

As análises bacteriológicas mostraram a alta contaminação por coliformes totais da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos, ou seja, CT de  $2,1 \times 10^8$  NMP/g. Quanto aos coliformes fecais as análises mostraram valores na ordem de  $2,0 \times 10^8$  NMP/g. E para *E. coli* o valor obtido em João Pessoa/PB foi de  $2,0 \times 10^7$  NMP/g. Já o valor de estreptococos fecais determinado foi de  $2,8 \times 10^7$  NMP/g.

## ABSTRACT

The aim of this work was the determination the rate of per capita production, the characterization gravimetric, physics, chemistry and bacteriological of the urban solid waste of the city João Pessoa, capital of the state of Paraíba ( $7^{\circ}6'54''$  of south latitude and  $34^{\circ}51'47''$  of longitude west), looking for to contribute for electric outlet of decisions in the ambit of proposals and alternative solutions in the process of optimization of the use of services, personal, time, transport, costs and mainly the type of treatment and/or final destination of the solid waste of the city. The research was accomplished in the period understood between February and September of the year of 2001. For execution of the work, they were together chosen with EMLUR (Municipal Special Autarchy of Urban Cleaning) six neighborhoods, that represented at that time, on average, 22% (twenty-two percent) of the domiciled total population in the urban zone of the city. During the period of the research they were accomplished in each neighborhood twenty-four samples repetitions for the determination of the rate of per capita production, twelve for the determination of the gravimetric composition and three for the analyses physics, chemistry and bacteriological. The analysis of the results demonstrates that the medium rate of *per capita* production is of 0,83kg/inhabitant. day, while in the gravimetric composition the most representative fractions were the organic matter with 53,8%, the plastics with 13,9%, paper & paperboard with 6,2%, metals with 1,9% and glasses with 1,3% (percentage in weight), being verified that, in a general way, these values are inside already of the limits established for other researchers in other Brazilian cities. The physical characterization, chemistry and bacteriological it was accomplished in the fraction organic putrefaction of the urban solid waste in samples collected such end simultaneously with the one of the gravimetrics characterizations. The results show pH values same to 4,80, 75,9% of humidity, 90,9% of STV, 9,1% of STF, 49,4% of COT, 49,4% of DQO and the relationship C/N equal to 26/1, CT of  $2,1 \times 10^8$ , CF of  $2,0 \times 10^8$ , *E. coli* of  $2,0 \times 10^7$  and E.F of  $2,8 \times 10^7$  (NMP/g).

The physical and chemical characterization of the urban solid waste of João Pessoa presented a compatible pH to the of the places researched in the literature, a humidity tenor above the average, needing to be corrected for minor (for ideal strip among 40 to 60%), in case it is used in a possible composting process. The percentile of volatile solids were above the national average, and the medium value of the relationship C/N comparable to the of some of these places, inside of the limits (minimum of 25/1 and maximum of 35/1) more recommended for a fast and efficient composting.

The bacteriological analyses showed the discharge contamination for total coliformes of the fraction organic putrefaction of the urban solid waste, in other words, CT of  $2,1 \times 10^8$  NMP/g. with relationship to the fecal coliformes the analyses showed values in the order of  $2,0 \times 10^8$  NMP/g. And for *E. coli* the obtained value m João Pessoa/PB was of  $2,0 \times 10^7$  NMP/g. the value of fecal estreptococos certain was Already of  $2,8 \times 10^7$  NMP/g.



**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE TABELAS</b>	i
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	iv
<b>LISTA DE EQUAÇÕES</b>	vi
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	vii
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	ix
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b>	1
1.1. Objetivo Geral	2
1.2. Objetivos Específicos	2
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	4
2.1. Resíduos Sólidos: Aspectos Gerais	4
2.2. Resíduos Sólidos Urbanos: Conceituações Gerais	5
2.3. Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos	6
2.4. Fatores que Alteram a Composição dos Resíduos Sólidos	11
2.4.1. Composição dos Resíduos Sólidos no Mundo	12
2.4.2. Aspectos Conjunturais	15
2.5. A Problemática dos Catadores de Resíduos Sólidos	19
2.5.1. O Enfrentamento do Problema	25
2.5.1.1. Soluções Priorizadas	25
2.5.1.2. Cooperativismo de Resultados	28
2.6. Sistema de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos	29
2.7. Aspectos Metodológicos Empregados para Caracterização de Resíduos Sólidos	33
2.8. Apresentação de Alguns Estudos de Composição Gravimétrica, Física e Química de Resíduos Sólidos	35
2.9. Contaminação Bacteriológica de Resíduos Sólidos	43
<b>CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS</b>	49
3.1. Caracterização Física do Município de João Pessoa (PB)	49
3.1.1. Localização do Município	49
3.1.2. Aglomerado Urbano	51
3.1.3. Área Objeto de Estudo	51

3.2. Metodologia Empregada: Algumas Considerações	53
3.3. Etapas da Pesquisa	53
3.3.1. Coleta de dados preliminares	54
3.3.2. Método de amostragem empregado	55
3.3.3. Análises laboratoriais	56
3.3.4. Tratamento dos dados	56
3.4. Desenvolvimento da Pesquisa	57
3.4.1. Recursos Humanos, Materiais e Equipamentos Utilizados na Pesquisa	57
3.4.2. Materiais e Equipamentos Utilizados nas Análises Físicas, Químicas e Bacteriológicas	57
3.5. Levantamento dos Bairros de Acordo com os Padrões Sócio-Econômicos e Distribuição da População	57
3.6. Determinação da Taxa de Produção <i>per capita</i>	58
3.7. Determinação da Composição Gravimétrica	59
3.7.1. Cuidados Observados para Determinar a Composição Gravimétrica	59
3.7.2. Coleta de Amostras	60
3.7.3. Tratamento das Amostras	60
3.7.4. Determinação da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos	64
3.8. Determinação do Peso Específico Aparente dos Resíduos Sólidos Urbanos	65
3.9. Amostragem da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos para Análises Laboratoriais	65
3.9.1. Determinação da Composição Física e Química do Componente Matéria Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos	65
3.9.2. Análises Bacteriológicas do Componente Matéria Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos	67
3.9.2.1. Coliformes Totais e Fecais	67
3.9.2.2. Estreptococos Fecais	67
<b>CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>68</b>
4.1. Sistema de Limpeza Urbana da Cidade de João Pessoa (PB)	68
4.1.1. Coleta	68
4.1.1.1. Coleta de Resíduo Sólido Urbano	69

4.1.1.2. Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos na Área Objeto de Estudo	70
4.1.1.3. Avaliação dos Setores de Coleta de Resíduos Sólidos da Cidade de João Pessoa (PB)	70
4.2. Resultados da Taxa de Produção <i>per capita</i> dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB)	71
4.3. Resultados do Peso Específico Aparente dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB) Distribuídos nos Diferentes Bairros	73
4.4. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB)	74
4.4.1. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro dos Estados	76
4.4.2. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro do Centro	77
4.4.3. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Cruz das Armas	80
4.4.4. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Manáira	81
4.4.5. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Mangabeira	83
4.4.6. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Tambaú	85
4.4.7. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB)	87
4.4.7.1 Comparação entre a Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB) e de Algumas Cidades Nordestinas	90
4.5. Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos	91
4.5.1. Análises dos Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro dos Estados	91
4.5.2. Análises dos Resultados da Caracterização Física, Química e	

Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro do Centro	92
4.5.3. Análises dos Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Cruz das Armas	93
4.5.4. Análises dos Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Manaíra	95
4.5.5. Análises dos Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Mangabeira	96
4.5.6. Análises dos Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Tambaú	97
4.5.7. Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB)	98
4.5.7.1. Comparação de alguns parâmetros físicos e químicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB) com os obtidos no Distrito Federal, Córdoba/Espanha, Aracaju (SE), São Paulo (SP) e Campina Grande (PB)	99
4.5.7.2. Comparação do indicadores de contaminação bacteriológica obtidos na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB) com os obtidos em Belo Horizonte, Coimbra, Viçosa (MG), Cuiabá (MT) e nos Estados Unidos da América do Norte	100
<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	103
<b>CAPÍTULO 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	106
<b>ANEXOS</b>	

**LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 2.1.</b>	Teor de matéria orgânica presente nos resíduos sólidos em cinco diferentes países	18
<b>FIGURA 2.2.</b>	Destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e no Nordeste	20
<b>FIGURA 2.3.</b>	Porcentagem de catação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e no Nordeste	21
<b>FIGURA 2.4.</b>	Presença de catação de resíduos sólidos nas ruas do Brasil e do Nordeste	22
<b>FIGURA 2.5.</b>	Presença de crianças nos aterros, dedicadas à catação de resíduos sólidos no Brasil e no Nordeste	23
<b>FIGURA 2.6.</b>	Evolução do salário médio dos catadores de resíduos sólidos urbanos na cidade do Rio de Janeiro (RJ) entre 1996 e 1999	24
<b>FIGURA 2.7.</b>	Caminhão coletor-compactador	31
<b>FIGURA 2.8.</b>	Evolução dos resíduos sólidos urbanos na cidade de São Paulo (SP)	47
<b>FIGURA 3.1.</b>	Localização do estado da Paraíba	49
<b>FIGURA 3.2.</b>	Localização do município de João Pessoa (PB)	50
<b>FIGURA 3.3.</b>	Mapa da cidade de João Pessoa (PB)	52
<b>FIGURA 3.4.</b>	Vista aérea do lixão do Róger	54
<b>FIGURA 3.5.</b>	Pesagem do caminhão de coleta de resíduo sólido urbano	55
<b>FIGURA 3.6.</b>	Homogeneização da amostra de resíduo sólido urbano	55
<b>FIGURA 3.7.</b>	Coleta de amostra da fração orgânica putrescível de resíduo sólido urbano	56
<b>FIGURA 3.8.</b>	Esquema para determinação da taxa de produção <i>per capita</i> dos resíduos sólidos urbanos	58
<b>FIGURA 3.9.</b>	Triagem dos componentes do resíduo sólido urbano	61
<b>FIGURA 3.10.</b>	Pesagem dos componentes do resíduo sólido urbano	61
<b>FIGURA 3.11.</b>	Fluxograma do quarteamento da amostra de resíduo sólido urbano	62

<b>FIGURA 3.12.</b>	Esquema da preparação das amostras para gravimetria e análises laboratoriais	63
<b>FIGURA 4.1.</b>	Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do Bairro dos Estados	77
<b>FIGURA 4.2.</b>	Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro do Centro	79
<b>FIGURA 4.3.</b>	Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Cruz das Armas	81
<b>FIGURA 4.4.</b>	Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Manaira	83
<b>FIGURA 4.5.</b>	Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Mangabeira	85
<b>FIGURA 4.6.</b>	Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Tambaú	87
<b>FIGURA 4.7.</b>	Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final da cidade de João Pessoa (PB)	89
<b>FIGURA 4.8.</b>	Comparação entre a composição gravimétrica dos RSU de João Pessoa (PB) com algumas cidades nordestinas.	90
<b>FIGURA 4.9.</b>	Comparação entre alguns parâmetros físicos e químicos dos RSU de João Pessoa (PB) com os do Distrito Federal, Córdoba/Espanha, Aracaju (SE), São Paulo (SP) e Campina Grande (PB)	99

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 2.1.</b>	Responsabilidade pelo gerenciamento no Brasil	07
<b>TABELA 2.2.</b>	Composição gravimétrica de resíduos sólidos dos EUA e da Europa Ocidental	14
<b>TABELA 2.3.</b>	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos das cidade de São Carlos (SP) e Ouro Preto (MG)	14
<b>TABELA 2.4.</b>	Produção anual de resíduos sólidos em vários países do mundo	17
<b>TABELA 2.5.</b>	Indicadores de Contaminação Bacteriológica de Belo Horizonte e Viçosa (MG)	43
<b>TABELA 2.6.</b>	Indicadores de Contaminação Bacteriológica Encontrados em Vários Tipos de Resíduos nos Estados Unidos da América do Norte (UFC/g)	44
<b>TABELA 2.7.</b>	Resultados numéricos dos estudos da composição gravimétrica de RSU em várias cidades do Brasil	45
<b>TABELA 2.8.</b>	Resultados numéricos dos estudos da composição gravimétrica de RSU em várias cidades do nordeste brasileiro	46
<b>TABELA 2.9.</b>	Resultados dos estudos de composição físico-química dos RSU em várias cidades do Brasil	46
<b>TABELA 2.10.</b>	Evolução da composição percentual média em peso dos RSU coletados no município de São Paulo (SP)	47
<b>TABELA 2.11.</b>	Composição Gravimétrica em Percentagem de Alguns Bairros da Região Metropolitana do Recife (PE)	48
<b>TABELA 2.12.</b>	Percentagem típica de resíduos sólidos em vários países	48
<b>TABELA 3.1.</b>	Aglomerado urbano da grande João Pessoa (PB)	51
<b>TABELA 3.2.</b>	Recursos humanos, materiais e equipamentos disponibilizados pela EMLUR para os trabalhos de campo	57
<b>TABELA 3.3.</b>	Parâmetros e métodos utilizados na análises física e química da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos	66
<b>TABELA 4.1.</b>	Horário e frequência de coleta nos bairros objeto de estudo	70
<b>TABELA 4.2.</b>	Quantidade de resíduo sólido domiciliar coletado nos bairros objeto de estudo	71

<b>TABELA 4.3.</b>	População da área objeto de estudo	71
<b>TABELA 4.4.</b>	Taxa média da produção <i>per capita</i> dos resíduos sólidos urbanos nos bairros pesquisados e na cidade de João Pessoa (PB) (kg/hab.dia)	72
<b>TABELA 4.5.</b>	Peso específico aparente médio ( $\bar{X}$ ), em Kg/m <sup>3</sup> e desvio padrão ( $s$ ) dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB)	73
<b>TABELA 4.6.</b>	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Bairro dos Estados	76
<b>TABELA 4.7.</b>	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do bairro do Centro	78
<b>TABELA 4.8.</b>	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Cruz das Armas	80
<b>TABELA 4.9.</b>	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Manaira	82
<b>TABELA 4.10.</b>	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Mangabeira	84
<b>TABELA 4.11.</b>	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Tambaú	86
<b>TABELA 4.12.</b>	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB)	88
<b>TABELA 4.13.</b>	Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do Bairro dos Estados	91
<b>TABELA 4.14.</b>	Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro do Centro	92
<b>TABELA 4.15.</b>	Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro do Cruz das Armas	94
<b>TABELA 4.16.</b>	Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Manaira	95



<b>TABELA 4.17.</b> Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Mangabeira	96
<b>TABELA 4.18.</b> Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Tambaú	97
<b>TABELA 4.19.</b> Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB)	98
<b>TABELA 4.20.</b> Comparação do indicadores de contaminação bacteriológica obtidos na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB) com os obtidos em Belo Horizonte, Coimbra, Viçosa (MG), Cuiabá (MT) e nos Estados Unidos da América do Norte	101

**LISTA DE EQUAÇÕES**

<b>EQUAÇÃO 3.1.</b>	Taxa de produção <i>per capita</i>	59
<b>EQUAÇÃO 3.2.</b>	Peso específico aparente	65
<b>EQUAÇÃO 3.3.</b>	Umidade	65
<b>EQUAÇÃO 3.4.</b>	Teor de umidade	66
<b>EQUAÇÃO 3.5.</b>	Teor de sólidos totais voláteis	66
<b>EQUAÇÃO 3.6.</b>	Teor sólidos totais fixos	66
<b>EQUAÇÃO 3.7.</b>	Teor de carbono orgânico total	66

**LISTA DE SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AESA	Área de Engenharia Sanitária
APHA	American Public Health Association
ASMARE	Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Materiais Reaproveitáveis – Belo Horizonte (MG)
ASTRAMARE	Associação dos Trabalhadores em Materiais Recicláveis do Lixão do Róger – João Pessoa (PB)
CCT	Centro de Ciências e Tecnologia
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – São Paulo
COMLURB	Companhia Municipal de Limpeza Urbana – Rio de Janeiro (RJ)
DEC	Departamento de Engenharia Civil
DMLU	Departamento Municipal de Limpeza Urbana – Porto Alegre (RS)
DEMLURB	Departamento Municipal de Limpeza Urbana – Juiz de Fora (MG)
EMLUR	Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana – João Pessoa (PB)
EXTRABES	Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LIMPURB	Departamento de Limpeza Urbana da Cidade de São Paulo (SP)
NBR	Norma Brasileira
ONG's	Organizações Não-Governamentais
PBTUR	Empresa Paraibana de Turismo
PMJP	Prefeitura Municipal de João Pessoa
PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RECOOPERE	Cooperativa de Trabalhadores na Coleta de Materiais Recicláveis

SLU	Superintendência de Limpeza Urbana – Belo Horizonte (MG)
SEPLAN	Secretaria Municipal de Planejamento
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância

**LISTA DE SÍMBOLOS**

BS	Base seca
BU	Base úmida
CF	Coliformes fecais
°C	Graus Celsius
C/N	Relação carbono/nitrogênio
COT	Teor de carbono orgânico total
CT	Coliformes totais
DQO	Demanda química de oxigênio
EC	<i>Escherichia coli</i>
EC- MUG	<i>Escherichia coli</i> – MUG
EF	Estreptococos fecais
g	Gramma
H	Hora
h	Umidade
ha	Hectare
hab	Habitante
kg	Quilograma
Kgf	Quilograma força
km <sup>2</sup>	Quilometro quadrado
m	Metro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
ml	Mililitro
NMP	Número mais provável
nm	Nanômetro
NTK	Nitrogênio Total Kjeldhal
P <sub>0</sub>	Peso do balde vazio
P	Peso do balde cheio
P <sub>1</sub>	Peso inicial da amostra
P <sub>2</sub>	Peso final da amostra

% p	Porcentagem em peso
Pop	População
pH	Potencial hidrogeniônico
s	Desvio Padrão
STF	Teor de sólidos totais fixos
STV	Teor de sólidos totais voláteis
t	Tempo equivalente
ton	Tonelada
TPP	Taxa de produção <i>per capita</i>
TU	Teor de umidade
UV	Raio ultravioleta
V	Volume do balde
Wr	Peso dos resíduos sólidos
X	Média
$\gamma_h$	Peso específico úmido
$\gamma_s$	Peso específico seco
$\lambda$	Comprimento de onda

## INTRODUÇÃO

A problemática decorrente dos resíduos sólidos urbanos (RSU) produzidos nas grandes cidades abrange vários aspectos, desde sua origem, produção, coleta, tratamento, destino final, assim como sua própria inesgotabilidade e os conseqüentes danos ao meio ambiente. Dentre estes, principalmente o solo, a água e o ar, sem falar ainda em toda questão social que envolve as camadas da população que vivem nos "lixões", e seus arredores, e deles dependem direta ou indiretamente para sua sobrevivência.

Os resíduos sólidos são basicamente o resultado das diversas atividades do homem que avança a cada dia no processo técnico-científico, o que tem provocado a multiplicação dos resíduos decorrentes da industrialização. Ou seja, a relação entre o processo evolutivo da industrialização e a massa populacional é diretamente proporcional, considerando-se que essa mesma população passará a ser agente de consumo.

Atualmente no Brasil, apenas uma pequena percentagem dos resíduos produzidos recebem algum tipo de tratamento e destinação final adequada em aterros sanitários. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - (PNSB), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1989) e editada em 1991, a disposição final do resíduo nos municípios brasileiros, está assim dividida: 76% despejos à céu aberto (lixão), 13% aterros controlados, 10% aterros sanitários e 1% passam pelo tratamento - compostagem, reciclagem ou incineração.

A implantação de programas alternativos é de extrema importância, não somente pelo fato de se implantar algo novo, mas principalmente de modificar a natureza de atitudes da população, numa perspectiva à longo prazo, contribuindo na construção de todo um processo educativo de preservação do meio ambiente. Mudanças essas que terão como conseqüência educação, limpeza e saúde que são a base de uma profunda melhoria na qualidade de vida de um povo.

A solução desses problemas está intimamente ligada a concepção de um plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos, ou seja, com o planejamento racional do sistema de limpeza urbana dos municípios, que seria a adoção de tecnologias

adequadas para a coleta, transporte, tratamento e destinação final desses resíduos, de forma a suprir as carências e necessidades específicas de cada município.

A escolha dessas tecnologias só será possível se a composição gravimétrica (percentual em peso) e as características físicas, químicas e bacteriológicas desses resíduos forem conhecidas, tanto do ponto de vista qualitativo como também quantitativo, uma vez que são constituídos por uma massa bastante heterogênea, formada pelos mais diversos componentes, que podem variar em função de diversos parâmetros (LIMA, 1995; BIDONE & POVINELLI, 1999). Este conhecimento é de suma importância para definição de alternativas de tratamento e/ou destinação final dos resíduos sólidos gerados no município.

Neste contexto, este estudo tem como finalidade fornecer essas ferramentas básicas, ou seja, a taxa de produção *per capita*, a caracterização gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB).

### **1.1. Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo conhecer a composição dos resíduos sólidos de origem domiciliar e comercial gerados na cidade de João Pessoa, considerando seis (06) bairros com a melhor representação sócio-econômico da distribuição da população, buscando com isto contribuir para tomadas de decisões no âmbito de propostas e soluções alternativas no processo de otimização dos serviços de limpeza urbana do município.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- 1) Aplicar a técnica de quarteamento na caracterização dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa provenientes dos bairros escolhidos, excetuando-se os resíduos da construção civil (entulho), a fim de comparar resultados e obter um perfil do mesmo segundo os diferentes níveis sócio-econômicos e comparar os resultados finais;
- 2) Os resultados determinarão parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, importantes na caracterização dos resíduos sólidos urbanos de João Pessoa, que



contribuirão na elaboração de projetos nas áreas de coleta, transporte, tratamento e disposição final;

- 3) Conhecer o potencial de matéria orgânica dos bairros escolhidos, identificando àqueles onde poderão ser desenvolvidas atividades de compostagem;
- 4) Conhecer o potencial de materiais recicláveis inorgânicos dos bairros escolhidos, definindo assim àqueles onde poderão ser realizados programas de coleta seletiva na cidade de João Pessoa (PB).

**Capítulo 2**  
**Revisão Bibliográfica**

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Resíduos Sólidos: Aspectos Gerais

Os resíduos sólidos urbanos produzidos nos perímetros urbanos das grandes cidades, constituem-se em um dos grandes problemas atuais do saneamento ambiental, pois envolve vários aspectos que vão desde sua origem, produção, coleta, tratamento, destino final, assim como sua própria inesgotabilidade e os conseqüentes impactos ambientais negativos. Dentre estes impactos ambientais negativos podem-se destacar os causados ao solo, à água e ao ar. Ainda, a questão social relacionada com os resíduos sólidos urbanos envolve as camadas mais pobres da população que vivem nos "Lixões", e seus arredores, e deles dependem direta ou indiretamente para sua sobrevivência (TAVARES *et al.*, 1996).

Os resíduos sólidos urbanos são originados das diversas atividades do homem, que avança a cada dia no processo técnico-científico-consumo, o que tem provocado a multiplicação. Ou seja, a relação entre o processo evolutivo da industrialização e a massa populacional é diretamente proporcional, considerando-se que essa mesma população passará a ser agente de consumo (TAVARES *et al.*, 1996).

Grande parte dos resíduos sólidos é resultado de desperdícios praticados em todas as atividades. Assim, por exemplo, a maior parte dos resíduos sólidos domiciliares são constituídos de restos de comida que poderiam ser transformados em alimentos para animais ou em adubos; papéis que poderiam ser empregados na fabricação de papelão, de papel grosseiro ou em outros materiais à base de celulose; metais e vidros, que poderiam ser reciclados para fabricação de várias utilidades em que não seja necessário um alto grau de pureza, etc (SCHALCH, 1991).

Segundo os dados do IBGE (1996), 88% do lixo coletado no país são despejados a céu aberto ou em áreas alagadas, sem que haja nenhum tratamento prévio. Apenas 10% do lixo coletado são dispostos em aterros e somente 2% do total são tratados em usinas de reciclagem e compostagem. Só na cidade de São Paulo (SP) são produzidos, diariamente, cerca de 15 mil toneladas de detritos de lixo, aproximadamente 1,5 kg por habitante.

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos causa diversas agressões ambientais, sanitárias e sociais. A primeira, de ordem ambiental, ocorre principalmente pela contaminação do solo e do lençol freático, através da infiltração do percolado. Sob o ponto de vista sanitário, permite a proliferação de vetores como ratos e insetos gerando riscos à saúde pública. A última, é de ordem social e de saúde, porque um número significativo indivíduos, que são catadores, sobrevivem do lixo (CERQUEIRA, 1999). Ainda segundo NÓBREGA (1991), o lançamento de resíduos sólidos urbanos sobre a superfície do solo favorece a proliferação de micro (bactérias, fungos, protozoários, etc.) e macro vetores (moscas, mosquitos, ratos, baratas, homem, etc.), os quais têm sido responsabilizados pela transmissão de várias doenças infecto-contagiosas, tais como diarreias, amebíases, leptospirose, ascaridíase, dengue, etc.

Os resíduos sólidos são no contexto internacional e nacional um dos grandes desafios de saneamento. Pois, com o desenvolvimento tecnológico aumentou consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos refugados pelo homem. Ainda, o crescimento geométrico da população estimula o aumento dos aglomerados urbanos e com isso maior geração de resíduos, e uma conseqüente diminuição dos prováveis locais para destinação destes resíduos (SCHALCH, 1991).

## **2.2. Resíduos Sólidos Urbanos: Conceituações Gerais**

O Glossário de Engenharia Sanitária e Ambiental (1986, *apud* ROCHA, 1993) adota a seguinte definição para resíduos sólidos: “material inútil, indesejável, ou descartado, com conteúdo líquido insuficiente para que possa fluir livremente nos estados sólido e semi-sólido resultante de atividades de comunidade, sejam eles de origem doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição e industrial.”

A NBR – Norma Brasileira - 10.004 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – os define como “resíduos nos estados sólidos ou semi-sólidos ou que resultam da atividade da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Considera-se também resíduo sólido, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou

corpos d'água, exigindo para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível”.

O conceito de resíduos sólidos está associado ao de lixo. Segundo AURÉLIO (1996) o lixo pode ter as seguintes definições: 1) “aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua, e se joga fora”; “entulho”; 2) “tudo o que não presta e se joga fora”; 3) “sujidade, sujeira, imundície”; 4) “coisa ou coisas inúteis, velhas sem valor.”

LEITE (1997) observa que a grande maioria da sociedade conceitua lixo “como tudo aquilo que não presta e pode ser jogado fora”.

LIMA (1995) afirma não ser uma tarefa fácil esta definição, porque o lixo está relacionado a inúmeros fatores ligados a sua origem e formação, tais como: hábitos, variações sazonais, condições climáticas, variações na economia, poder aquisitivo, nível de educação, etc.

JARDIM *et al.* (1995) definem lixo como os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis.

TELES (1994) assim define lixo: “é formado por resíduos ou sobras das atividades do homem: vidro, madeira, folha, couro, material têxtil, terra, papel, latas, embalagens, restos de alimentos, etc.”

PEREIRA NETO (1996) propõe a seguinte definição: “Lixo urbano é uma massa heterogênea de resíduos sólidos, resultante das atividades humanas, os quais podem ser reciclados e parcialmente utilizados, gerando entre outros benefícios, proteção a saúde pública e economia de energia e de recursos naturais.”

### **2.3. Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos**

A ABNT elaborou a NBR - 10004 para ser utilizada na classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, com o objetivo exclusivo de adequar o manuseio e o destino final dos mesmos. Dentro desse contexto, ela classifica os resíduos como:

**Classe I** - perigosos, **Classe II** - Não Inertes e **Classe III** - Inertes.

Com referência às características descritas pela NBR 10.004, observa-se que esta norma se utiliza apenas da composição físico-química e biológica dos resíduos para classificá-los. Através da NBR 10.004 pode-se apenas enquadrar os resíduos

domiciliares na Classe II - Não Inertes, por apresentarem combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

JARDIM *et al.*, 1995 classificam os resíduos sólidos segundo as seguintes características:

- **Por sua natureza física:** seco ou molhado;
- **Por sua composição química:** orgânico e inorgânico;
- **Pelos riscos potenciais ao meio ambiente:** perigosos, não inertes e inertes;
- **Por sua origem:** domiciliar, comercial, público (varrição de vias públicas, áreas de feiras, restos de podas de árvores, etc.), de serviços de saúde, industrial, de locais de transporte de passageiros (portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários), construção civil (entulho), e agrícola.

Os resíduos sólidos também podem ser classificados segundo a zona de produção em: urbano, quando proveniente da zona urbana, ou rural, quando é originário da zona rural (PHILIPPI JÚNIOR, 1982).

Os resíduos sólidos urbanos são originados das atividades desenvolvidas nos perímetros urbanos e são constituídos basicamente por resíduos: domiciliares, comerciais, públicos e diversas outras atividades. A coleta e tratamento e/ou destinação final dos resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade normativa das prefeituras municipais, no caso específico do Brasil (BRITO, 2000). Dentro desta contextualização, cada município dispõe de normas específicas, respeitando evidentemente os preceitos gerais estabelecidos nas constituições federal e estadual. Na Tabela 2.1 são apresentados todos os diferentes tipos de resíduos sólidos urbanos e os seus respectivos responsáveis pelo gerenciamento.

**Tabela 2.1. Responsabilidade pelo gerenciamento no Brasil**

<b>TIPOS DE LIXO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura
Público	Prefeitura
Serviços de saúde	Gerador (hospitais etc.)
Industrial	Gerador (indústrias)
Portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários	Gerador (portos etc.)
Agrícola	Gerador (agricultor)
Entulho	Gerador

FONTE: JARDIM *et al.* (1995)

Nas cidades brasileiras, dentre os tipos de resíduos coletados, o resíduo sólido domiciliar é o mais representativo em volume (RUBERG & PHILIPPI JR., 1998). A produção de resíduo sólido está associada a expansão urbana e ao desenvolvimento industrial, e são esses fatores que determinam tanto a quantidade como as características dos resíduos (RIBEIRO, 1997).

Os mais diversos autores têm utilizado metodologias próprias de classificação de resíduos sólidos urbanos, tendo como referência a fonte de geração, o local de produção, o aspecto sanitário, o aspecto econômico, a incineração e o grau de biodegradabilidade. Assim discriminada:

**Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos Quanto a Sua Origem (LIMA, 1995; JARDIM *et al.*, 1995):**

**Residencial ou domiciliar:** conhecido como lixo doméstico, constituído por restos de alimentos, invólucros, papéis, papelão, plásticos, vidros, trapos, papel higiênico, fraldas descartáveis, etc.

**Comercial:** proveniente de estabelecimentos comerciais tais como lojas, lanchonetes, restaurantes, escritórios, hotéis, bancos, etc., constituído principalmente por papéis, papelão, plásticos, restos de alimentos, embalagens de madeira, resíduos de lavagens, sabões, papéis toalha, papel higiênico, etc.

**Industrial:** resultante de atividades industriais. É bastante diversificado, sendo formado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros, cerâmicas, etc. Engloba a grande maioria do lixo considerado tóxico.

**Resíduos de serviço de saúde:** divididos em duas categorias, resíduos comuns: (restos de alimentos, papéis, papelão, invólucros, etc.) pode ser considerado resíduos domiciliares e, resíduos especiais ou sépticos (oriundos de salas de cirurgias, áreas de internação e isolamento, farmácias, postos de saúde, clínicas odontológicas, médicas, veterinárias e outros). São compostos por agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, meios de culturas, animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios descartados, instrumentos de resina sintética, filmes de raio X, etc.

**Especial:** resíduos cuja geração é intermitente, como: veículos abandonados, podas de jardins e praças, mobiliário, animais mortos, descargas clandestinas, etc.

**Outros:** resíduos que não se enquadram nas categorias anteriores e aqueles provenientes de serviços de varrição de logradouros públicos, da limpeza das galerias e bocas de lobo.

**Público:** gerados nos serviços de limpeza urbana tais como varrição de vias públicas, limpeza de praias, de galerias, de córregos e terrenos baldios, podas de árvores e limpeza de áreas de feiras livres, composto por restos vegetais diversos e embalagens.

**Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários:** são os resíduos sépticos que contêm ou podem conter microrganismos patogênicos, trazidos aos portos, terminais rodoviários e aeroportos, constituídos por material de higiene pessoal e restos de alimentos. Os resíduos assépticos desses locais também poderão ser considerados domiciliares.

**Agrícola:** originado nas atividades agrícolas e pecuárias, sendo constituído basicamente por embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, etc.

**Entulho:** originado na construção civil, demolições e restos de obra, escavações, etc. É considerado material inerte. Para LIMA (1995), esse tipo de resíduo é classificado como industrial.

#### **Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos Quanto ao Local de Geração (GOMES, 1989):**

**Lixo urbano:** aquele gerado em aglomerações humanas e suas periferias.

**Lixo rural:** aquele gerado na zona rural, ou seja, fora dos limites da cidade.

#### **Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos Quanto ao Aspecto Sanitário (GOMES, 1989):**

**Lixo orgânico:** constituído de material putrescível ou fermentável.

**Lixo inerte:** constituído de material não putrescível.



**Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos Quanto ao Aspecto Econômico (GOMES, 1989):**

Resíduos para a produção de compostos.

Materiais recuperáveis.

Resíduos inaproveitáveis.

**Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos Quanto ao Aspecto da Incineração (GOMES, 1989):**

Materiais combustíveis.

Materiais incombustíveis.

**Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos Quanto aos Diferentes Graus de Biodegradabilidade (GOMES, 1989):**

**Facilmente degradáveis:** matéria orgânica putrescível.

**Moderadamente degradáveis:** papel, papelão e outros produtos de celulose.

**Difícilmente degradáveis:** trapo, couro, borracha e madeira.

**Não degradáveis:** vidro, metal, plástico, pedras e terra.

**Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos Quanto aos Riscos Potenciais ao Meio Ambiente (JARDIM *et al.*, 1995):**

**Perigosos** – são aqueles que apresentam periculosidade em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, ou ainda as seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Os resíduos que apresentam as características citadas acima podem causar:

risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças (morbidade);

riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.

**Não-inertes** – são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos perigosos ou de resíduos inertes. Apresentam propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

**Inertes** – quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme testes de solubilização, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo pode-se citar as rochas, os tijolos, os vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

#### 2.4. Fatores que Alteram a Composição dos Resíduos Sólidos

As classificações propostas para os resíduos sólidos e apresentadas no item 2.3 surgiram em função da grande dificuldade encontrada para se determinar as características do lixo urbano, tendo em vista que os mesmos apresentam um alto grau de heterogeneidade (GOMES, 1989). Segundo BERRÍOS (1986), a composição dos resíduos sólidos é mutável no espaço e no tempo, por ser constituído de uma grande diversidade de detritos, dependendo para isso de vários fatores:

**Hábitos e costumes da população:** como residir em casas ou apartamentos, criar animais domésticos, preparar comidas típicas, triturar restos orgânicos etc., proporcionam diferenças nos materiais descartados no lixo, que podem ocorrer de um país para outro ou até mesmo de uma casa para outra.

**Variações sazonais e climáticas:** podem alterar os hábitos alimentares e tipo de vestuário utilizados pela população. Por exemplo: cascas e restos de hortifrutigranjeiros são resíduos sólidos que apresentam características sazonais, uma vez que o período em que são descartados estão relacionados com seus respectivos períodos de produção.

**Nível educacional:** população mais conscientizada diminui o desperdício e aumenta a recuperação ou reciclagem dos detritos a serem descartados.

**Padrão de vida da população:** a quantidade e qualidade do resíduo sólido "*per capita*" varia de acordo com a renda familiar, ou seja, existe maior consumo, geralmente de

produtos de maior valor agregado e conseqüentemente maior desperdício, em classes sociais mais elevadas.

**Sustentação econômica da população:** uma comunidade pode ter sua economia estabelecida na produção industrial, no comércio ou nos serviços. Em cada um desses casos o resíduo sólido urbano gerado tem uma característica própria.

**Política econômica aplicada no país:** variações na economia de um país, devido à recessão, inflação, guerra, globalização, etc., provocam alterações nos hábitos e costumes da população.

**Industrialização de alimentos:** com a industrialização, aumenta a quantidade de embalagens que são descartadas e diminui a de matéria orgânica, por estar o alimento limpo e pronto para o consumo.

**Pré seleção dos resíduos:** a separação dos resíduos na fonte de geração, só descartando o que não pode ser reciclado ou reaproveitado, altera a composição do resíduo sólido que é descartado.

**Eficiência do serviço de coleta:** os resíduos sólidos descartados pela população não devem ficar expostos por longos períodos de tempo devido ao processo de degradação natural que irá ocorrer, causando transtornos para a saúde pública e alterando sua composição, já que componentes em degradação podem ficar não identificados.

#### **2.4.1. Composição dos Resíduos Sólidos no Mundo**

A composição e as características dos resíduos sólidos vêm sofrendo modificações ao longo dos anos devido ao desenvolvimento tecnológico, principalmente no setor de embalagens (MESQUITA, 1999).

Constitui essa massa de materiais reunidos, julgada sem utilidade e jogada fora como restos de frutas, legumes e alimentos em geral, plásticos e metais diversos, vidros, papéis (jornais e revistas), embalagens em geral, materiais provenientes de limpeza de vias públicas, praças e jardins (restos de podas, gramas, folhas, galhos de árvores, papéis diversos, restos de cigarros), materiais cerâmicos, ossos, couro, trapos, terra, pedra, material séptico ou contaminado (provenientes de serviços de saúde), animais

mortos, restos de carros, restos mobiliários, calça ou metralha de obra, para citar os mais importantes (BIDONE, & POVINELLI, 1999).

No Brasil são comprados atualmente muitos produtos industrializados (a exemplo de alimentos e bebidas) que na década passada e, em consequência, há maior número e diversidade de embalagens que passam a constituir os resíduos sólidos. No Brasil, encontra-se no lixo grandes quantidades de embalagens longa vida, copinhos de iogurte, garrafas de PET, fraldas descartáveis, etc. Por exemplo, o resíduo sólido paulistano hoje, tem seis vezes mais plástico que nos anos 70, e esse material pode levar até 450 anos para se decompor (GONÇALVES, 1997). Contudo, a quantidade de matéria orgânica nos resíduos sólidos brasileiro, geralmente, se mantém superior a soma dos demais componentes, sendo em torno de 60 % (sessenta por cento).

A composição física e química dos resíduos sólidos urbanos apresenta-se muito variada, pois está também associada a fatores como: densidade populacional, poder aquisitivo, hábitos e costumes da população, nível educacional, fatores culturais, grau de industrialização, etc. Mesmo a composição do resíduo sólido exclusivamente domiciliar contém uma grande diversidade de componentes e dentre eles nem todas as frações são potencialmente recicláveis. Além de sua origem, o resíduo sólido também varia na qualitativa e na quantitativa com as estações do ano, com as condições climáticas, com o período econômico, etc (LELIS, 1998).

Na caracterização dos resíduos sólidos urbanos se faz um conjunto de testes e se determina a composição física, cujos principais componentes são: matéria orgânica putrescível, plásticos, papel e papelão, metais, vidro, trapos, inertes, etc. Na composição físico-química, se determina geralmente os seguintes parâmetros: umidade, sólidos totais voláteis e fixos, demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total, metais pesados, carbono orgânico total, pH, etc (GOMES, 1989).

O estudo da composição dos resíduos sólidos é de suma importância para obter subsídios para a definição do tipo de tratamento a ser empregado, aliado às ações de gerenciamento integrado. Várias cidades já realizaram a caracterização dos seus resíduos sólidos, no entanto, as que tratam adequadamente os seus resíduos sólidos e lhes dão destino final corretos são ainda muito raras (MESQUITA, 1999).

Na Tabela 2.2 são apresentadas exemplos das composições dos resíduos sólidos dos EUA e da Europa Ocidental.

**Tabela 2.2. Composição gravimétrica de resíduos sólidos dos EUA e da Europa Ocidental.**

Componente	(% p) BU*	
	EUA	Europa Ocidental
Matéria Orgânica	27,00	30,00
Papel e papelão	41,00	25,00
Plástico	7,00	7,00
Vidro	8,00	10,00
Metais	9,00	8,00
Outros	8,00	20,00

FONTE: REVISTA RECICLAGEM (1990) *apud* CASTRO (1998)

(% p) – percentagem em peso; \* BU – Base Úmida.

Observa-se nos dados na Tabela 2.2, que em nenhuma das duas regiões, o componente matéria orgânica atingiu um percentual superior a 50% (cinquenta por cento). No entanto, nos países do chamado Terceiro Mundo o percentual de matéria orgânica é geralmente sempre superior a 50% (MESQUITA, 1999).

De acordo com SAKAI (1996), a taxa de geração per capita de resíduos sólidos em países desenvolvidos é da ordem de 1,6 kg/hab.dia, e da ordem de 0,8 kg/hab.dia nos países de Terceiro Mundo. A título de informação, na Tabela 2.3 apresenta-se a composição dos resíduos sólidos urbanos da cidade de São Carlos (SP) e de Ouro Preto (MG).

**Tabela 2.3. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos das cidade de São Carlos (SP) e Ouro Preto (MG).**

Componente	(% p) BU*	
	São Carlos (SP)	Ouro Preto (MG)
Matéria Orgânica	57,60	53,66
Papel	21,30	19,32
Vidro	1,40	9,17
Plástico	8,50	4,21
Trapos	2,20	3,34
Metal	5,40	4,15
Outros	3,60	6,15

FONTE: MESQUITA (1999); (% p) – percentagem em peso; \* BU – Base Úmida.

De acordo com os dados apresentados na Tabelas 2.3, confere-se um percentual de matéria orgânica acima de 50% (cinquenta por cento). Atribui-se este fato, ao estilo de vida do povo brasileiro. Segundo LIMA (1985) e NUNESMAIA (1996), a

composição dos resíduos sólidos varia direta e proporcionalmente com o padrão sócio, econômico e cultural de quem o gerou.

Embora o Brasil seja um país onde a miséria assola em escala crescente, o povo brasileiro continua jogando fora muita comida, fazendo com que o componente matéria orgânica seja superior a 50% (cinquenta por cento). Pois os brasileiros ainda não adquiriram o hábito de programar suas refeições, como também de reaproveitar melhor os alimentos que sobram nas refeições. Por exemplo, é muito comum o uso de triturador nas cozinhas européias e norte-americanas para evitar que se jogue os restos de comida diretamente no lixo.

Segundo um levantamento feito pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o brasileiro passou a produzir muito mais lixo depois do Plano Real. A cidade de Salvador (BA) teve um aumento de 40% na coleta de detritos. Em São Paulo (SP), o crescimento foi de 13%. Os cariocas assim como os curitibanos, jogaram 22% mais coisas fora (NET ALMANAQUE, 2001).

Pode-se citar nos resíduos sólidos urbanos dejetos contendo metais pesados em sua composição, os quais são considerados perigosos, pois podem vir a integrar a cadeia alimentar do homem e animais. Os metais pesados como, o mercúrio e o níquel-cádmio estão presentes nas pilhas domésticas, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celulares etc. Talvez por desconhecer sua toxicidade, a maioria das pessoas descarta esses materiais, o que também não deixa de ser um desperdício de matéria-prima. Como exemplo, cita-se o cádmio, cuja reciclagem pode atingir até 100% (cem por cento) de pureza (MESQUITA, 1999).

#### **2.4.2. Aspectos Conjunturais**

Uma das formas de identificar as sociedades é através da sua relação com a natureza. Também é pela sua forma de desenvolvimento, que na maioria das vezes não é planejado de forma sustentável. Assim, mesmo que a problemática ambiental assuma aspectos generalizados em escala global, suas causas devem-se à capacidade de mudanças e transformações ao longo do tempo de cada sociedade (MESQUITA, 1999). Estas mudanças/transformações têm gerado sérios problemas, irreversíveis ao meio

ambiente. Segundo LEITE (1997), nesse contexto está situada a questão dos resíduos sólidos, que não foi encarada com a importância devida até poucos anos atrás.

Nos últimos anos, existe uma grande preocupação em nível mundial em relação à quantidade e qualidade dos resíduos sólidos gerados, no entanto, são poucas as tomadas de decisões (MESQUITA, 1999).

O Brasil produz entre 240 e 300 mil toneladas de resíduos sólidos por dia, dos quais 100 mil toneladas são de lixo domiciliar, segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Destes, 100.000 (cem mil) toneladas são oriundos de resíduos sólidos domésticos. Vale ressaltar que nos últimos nove anos a produção per capita nas grandes cidades brasileiras aumentou significativamente. Esse número passou de 0,5kg/hab.dia para 1,2kg/hab.dia. Isto se atribui a vários fatores, dentre eles, o aumento do poder aquisitivo da população e um maior desperdício (MESQUITA, 1999).

Com relação à coleta de Resíduos Sólidos no Brasil, a situação traduz um quadro desafiador. Segundo o IBGE (1996), 25,5% dos domicílios brasileiros não dispõe de coleta regular e, dos 74,5% restantes, apenas uma pequena fração do resíduo sólido coletado diariamente no país passa por algum tipo de tratamento.

Quando toma-se como referencial os países do Primeiro Mundo, vem logo à mente que suas populações desfrutam de uma qualidade de vida invejável, principalmente com relação às condições ambientais. Este mesmo referencial permite avaliar o quanto já foi investido nesses países, no intuito de solucionar os problemas ambientais, no exercício do rígido controle das diversas formas de poluição, particularmente, aquelas ocasionadas pela má disposição dos resíduos sólidos (PORTUGAL FILHO, 1998).

Dentre esses países, os EUA são quem mais produzem resíduos sólidos, devido à sua produção industrial ser mais diversificada, o que implica gerações distintas em espécie e volume gerados: um norte-americano comum produz em média 2 kg de resíduo sólido por dia. Se os sacos de lixo de uma família média norte-americana constituída por quatro pessoas, fossem empilhados, em uma semana atingiriam uma altura de 3 metros (PORTUGAL FILHO, 1998).

Quando compara-se a qualidade e quantidade dos resíduos sólidos dos países ricos com dos países pobres, observa-se que os primeiros consomem mais produtos embalados que os segundos, embora possuam características diferentes em questão de qualidade e quantidade.

O resíduo sólido industrial, é um fator econômico que cada vez mais é levado em consideração, pois significa dinheiro. Os países industrializados, exportam esses resíduos sólidos para as regiões mais pobres que o aceitam, quando vêm perspectivas de alguma reciclagem lucrativa. Desta forma, a engenharia, a pesquisa aplicada e a economia têm que entrar firme nos estudos que levem à busca dessas tecnologias, para cada um desses processos (MESQUITA, 1999).

Na Tabela 2.4 apresenta-se a produção anual de resíduos sólidos urbanos por ano em vários países do mundo.

**Tabela 2.4. Produção anual de resíduos sólidos em vários países do mundo**

<b>País</b>	<b>Produção anual em toneladas</b>	<b>População (Milhões)</b>
Austrália	10.000.000	19,00
Bélgica	3.082.000	10,20
Canadá	12.600.000	30,60
Dinamarca	2.046.000	5,30
Espanha	8.028.000	39,40
Estados Unidos	200.000.000	272,90
França	15.000.000	59,10
Alemanha	20.780.000	82,00
Reino Unido	15.816.000	59,10
Itália	14.041.000	57,60
Japão	40.225.000	126,60

FONTE: modificado de MESQUITA (1999)

De acordo com os dados da Tabela 2.4, verifica-se uma grande elevação dos níveis de produção e consumo nos países industrializados, sendo os Estados Unidos, o país líder na produção de resíduos sólidos.

A grande produção de resíduos sólidos nos últimos anos, tem levado a modificar ou adaptar as tecnologias de tratamento. Em alguns países se observa uma maior preocupação com a redução dos aterros, devido principalmente a deficiência de áreas apropriadas, e em conseqüência busca-se prolongar a vida útil dos mesmos. Dessa forma, o primeiro objetivo de modelo gerencial é captar separadamente e reaproveitar o material putrescível, sendo necessário a separação dos resíduos "secos" dos "molhados". Assim ambas as parcelas seriam suficientemente "puras", possibilitando um alto grau de aproveitamento de ambas as partes (CASTRO, 1998).



Na Figura 3.1 apresenta-se o percentual de matéria orgânica presente nos resíduos sólidos em cinco diferentes países.

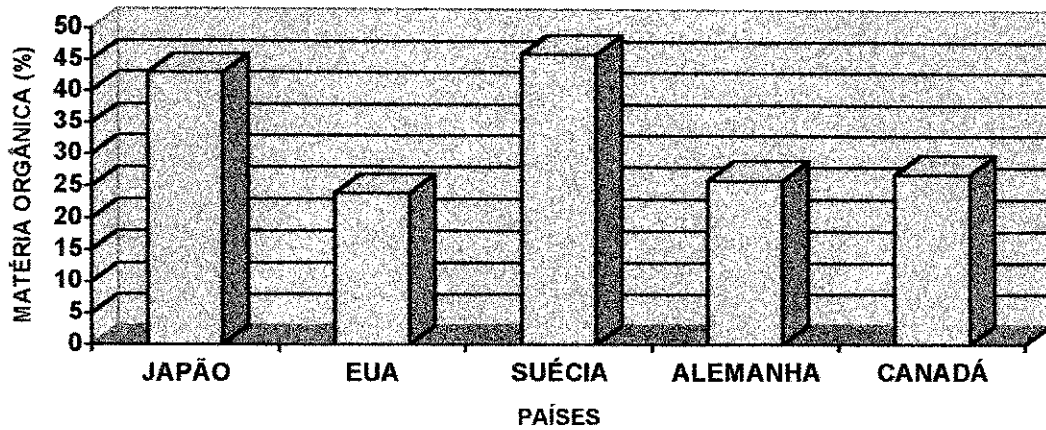


FIGURA 2.1. Teor de matéria orgânica presente nos resíduos sólidos em cinco diferentes países.

FONTE: SAKAI (1996).

Observa-se na Figura 3.1, que nos países desenvolvidos os percentuais de matéria orgânica não atingem 50% (cinquenta por cento) da composição gravimétrica dos resíduos sólidos, no entanto, no Brasil, já citado anteriormente, esse percentual é sempre acima de 50% (cinquenta por cento), salientando-se que são poucas as cidades brasileiras que não chegam a atingir sempre esse patamar.

Mesmo assim, vários países, em particular os denominados desenvolvidos, dedicam esforços em busca de soluções para os problemas relacionados à geração de resíduos sólidos, principalmente nos EUA, onde são produzidos anualmente 200.000.000 (duzentos milhões) de toneladas de resíduos sólidos.

Segundo MESQUITA (1999), no Brasil, apenas 74,5% (setenta e quatro vírgula cinco por cento) da população está sendo contemplada com serviço de coleta regular de resíduos sólidos urbanos. O restante, 25,5% (vinte e cinco vírgula cinco por cento), utiliza as mais variadas formas de disposição final para os resíduos sólidos produzidos, que segundo o documento: Infra-estrutura e Meio Ambiente (Brasil, 1996), ficam assim distribuídos: 37% (trinta e sete por cento) queimado ou aterrado; 47% (quarenta e sete

por cento) lançado em terrenos baldios; 16% (dezesseis por cento) disposto nas mais variadas formas.

## **2.5. A Problemática dos Catadores de Resíduos Sólidos**

O descarte aleatório dos resíduos em nascentes, córregos, margens de rios e estradas, além de provocar problemas ambientais graves, como poluir as águas que muitas vezes são captadas para o consumo humano, atrai para estes locais, um exército de desempregados e famintos, que sobrevivem a custa da cata de resíduos para sua alimentação e para sua comercialização.

O problema da catação de resíduos sólidos por seres humanos é regra geral no país, tanto em cidades de pequeno porte no interior, como nas grandes capitais, assim como no resto do mundo. É uma situação constrangedora e inaceitável, fruto da miséria, do desemprego e da busca desesperada pela sobrevivência (UNICEF, 2000).

Em alguns lugares, os catadores já se encontram em sua terceira geração, isto é: nasceram, cresceram e criam seus filhos vivendo desta atividade, como é o caso na cidade de João Pessoa (PB), onde até 1997 viviam dentro do lixão do Róger dezenas de famílias nas piores condições de vida, morando em barracos de madeira, lona e papelão.

A presença de crianças e adolescentes ainda é bastante significativa nos lixões espalhados pelo Brasil a fora, chegando em alguns casos, como em Olinda (PE), a representar 50%.

Até mesmo em algumas cidades onde a disposição final de resíduos sólidos oficial se faz através de aterros sanitários ou controlados sem a presença de catadores, existem lixões clandestinos, formados pela deposição irregular de lixo comercial, residencial, onde famílias de catadores garimpam materiais para sobrevivência.

O UNICEF – Através do Fórum Lixo & Cidadania, contratou no ano de 2000 a Organização “Água e Vida” para realizar o levantamento do destino final dos resíduos sólidos em municípios brasileiros, cujos resultados estão apresentados nas figuras seguintes:

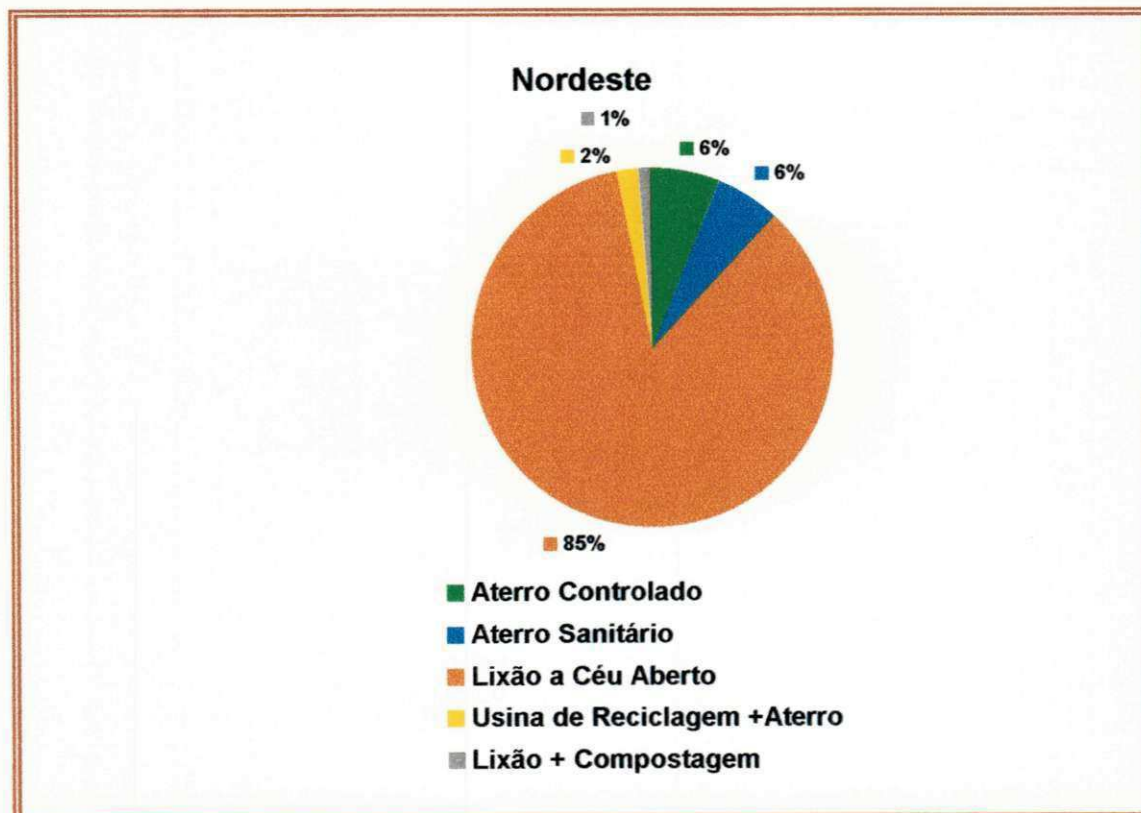
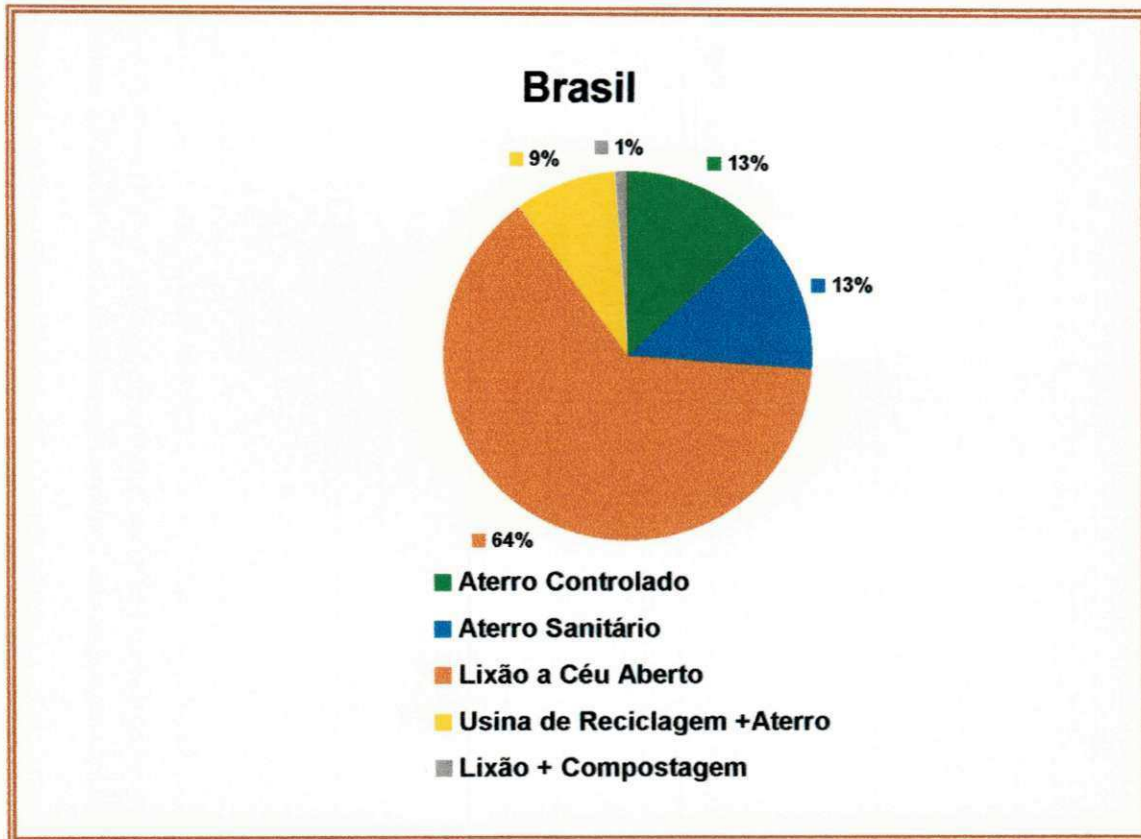


Figura 2.2. Destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e no Nordeste.  
FONTE: UNICEF/2000

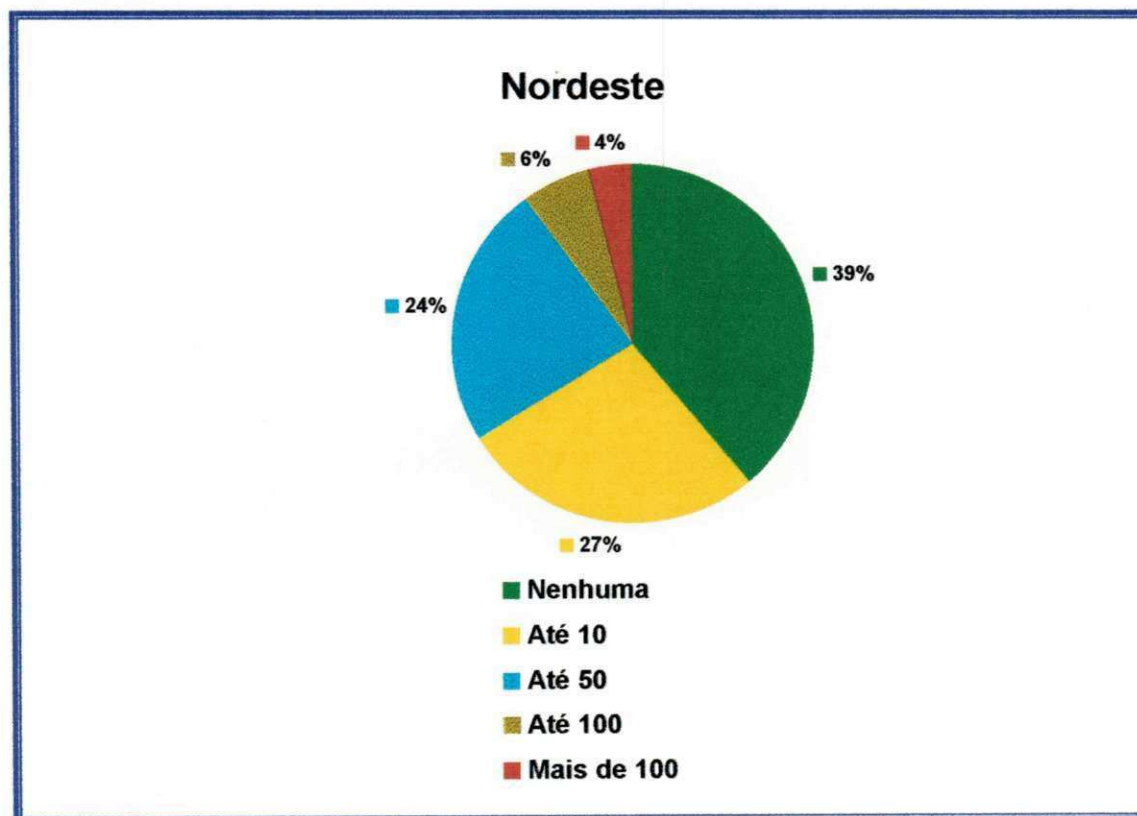
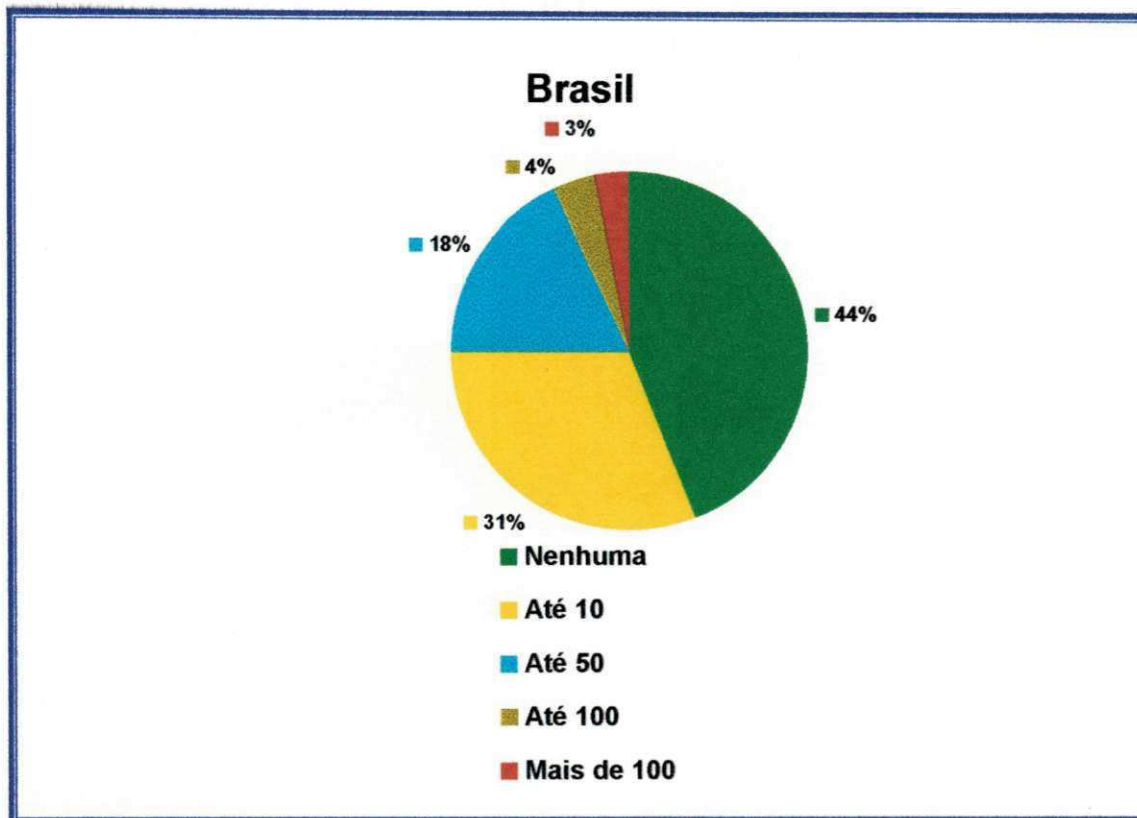


Figura 2.3. Porcentagem de catação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e no Nordeste.

FONTE: UNICEF/2000

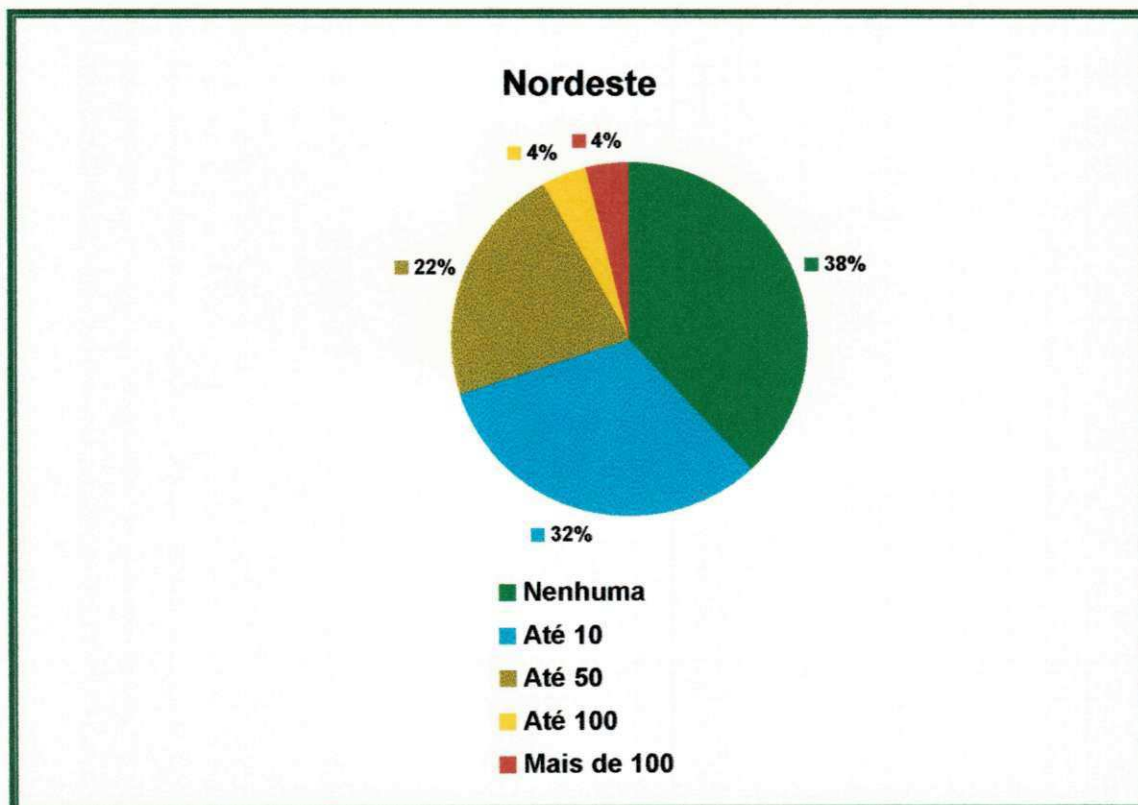
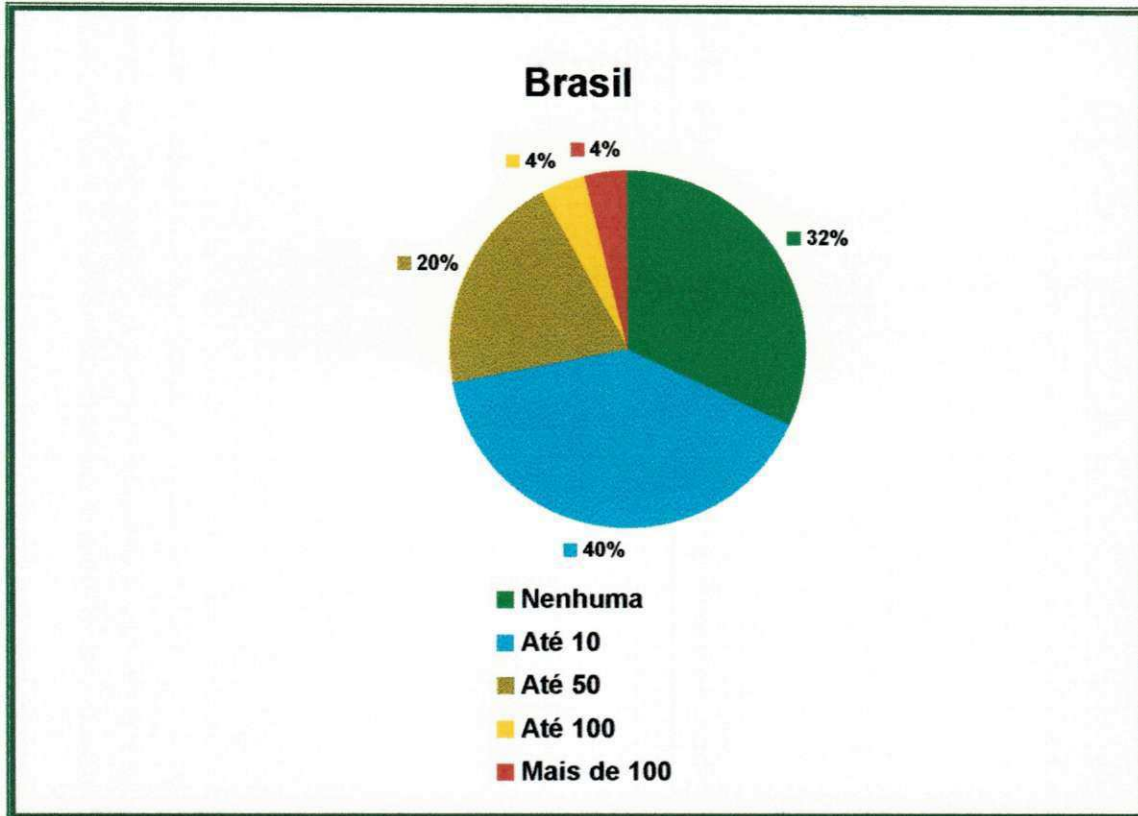


Figura 2.4. Presença de catação de resíduos sólidos nas ruas do Brasil e do Nordeste.  
FONTE: UNICEF/2000

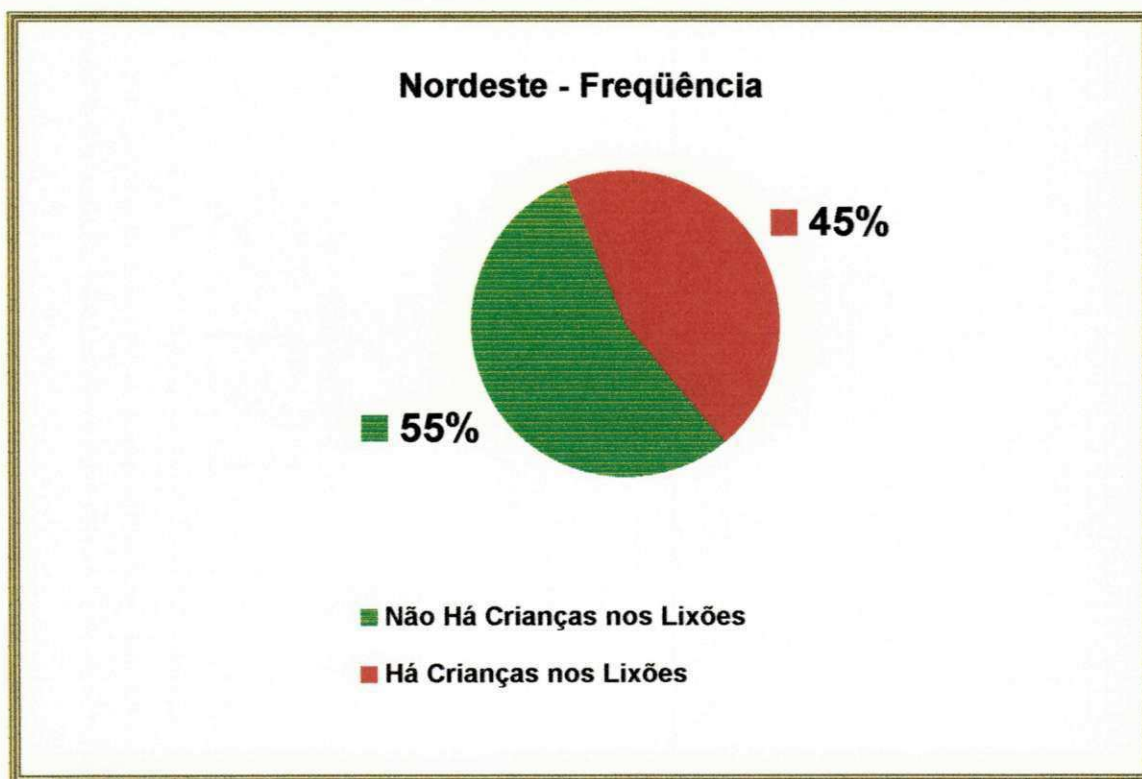
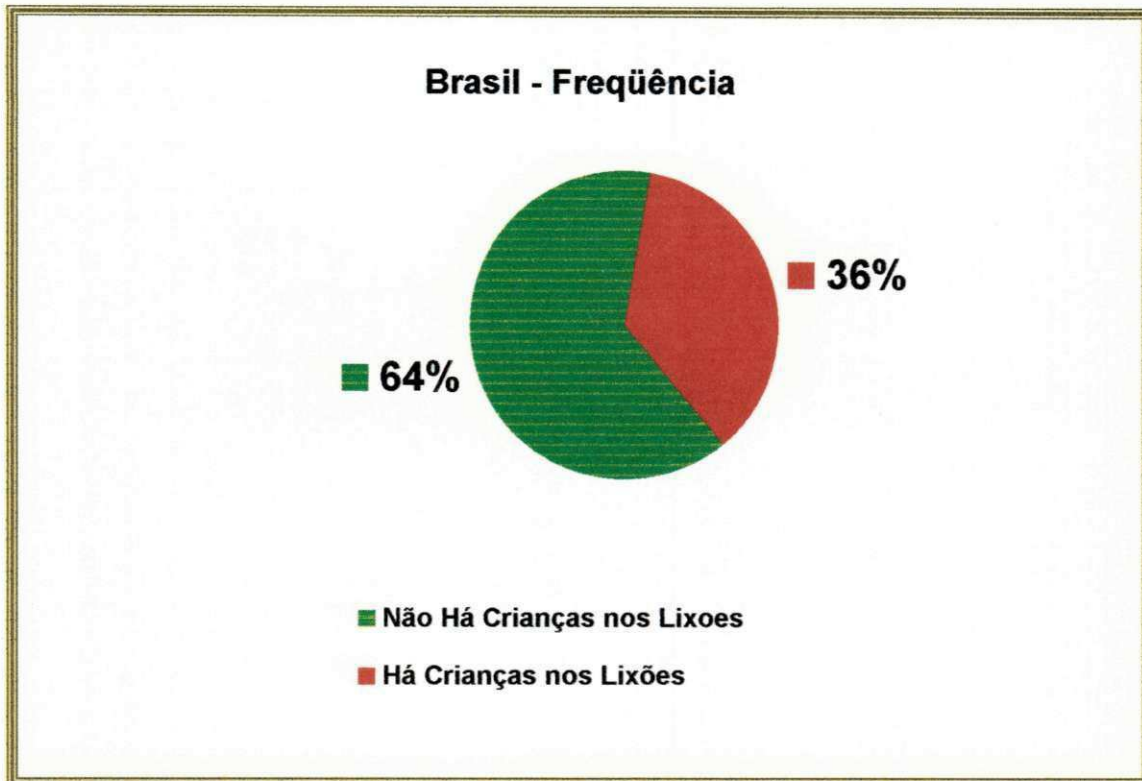


Figura 2.5. Presença de crianças nos aterros, dedicadas à catação de resíduos sólidos no Brasil e no Nordeste

FONTE: UNICEF/2000

O próprio UNICEF observa que através de checagens posteriores à realização dessas pesquisas, verificou-se que o número de catadores é bastante inferior ao número real existente. Foi informada a existência de apenas cerca de 45.000 catadores em lixões e cerca de 30.000 nas ruas das cidades brasileiras.

Não é conhecido o número real de catadores no Brasil. O CEMPRE - Compromisso Empresarial pela Reciclagem - calcula que hoje existam 200 mil desses trabalhadores em todo o país. Como a atividade é absolutamente informal e ignorada pelo poder público, quase nunca se pode dizer com certeza quantas pessoas se dedicam a separar materiais recicláveis nas ruas e nos lixões. Para se ter uma idéia, hoje, 150 mil pessoas vivem, exclusivamente, da catação de latinhas de alumínio; um número ainda maior ganha seu sustento recolhendo papel ou papelão pelas ruas do país; outros 9.200 sobrevivem graças à coleta de vidro.

Por outro lado, o mercado da reciclagem também tem proporcionado o resgate da cidadania desse segmento social: muitos catadores têm tido a oportunidade de sair dos lixões e ingressar em cooperativas e associações, recebendo uma melhor remuneração por seu trabalho, além de benefícios sociais. Em 1996, por exemplo, um catador cooperado da cidade do Rio de Janeiro (RJ) tinha um ganho médio bruto mensal da ordem de R\$ 375,00; dois anos depois, o valor subiu para R\$ 545 e, em 1999, a cifra saltou para R\$ 978,00 (CEMPRE INFORMA, 2000). A Figura 3.6 mostra essa evolução.

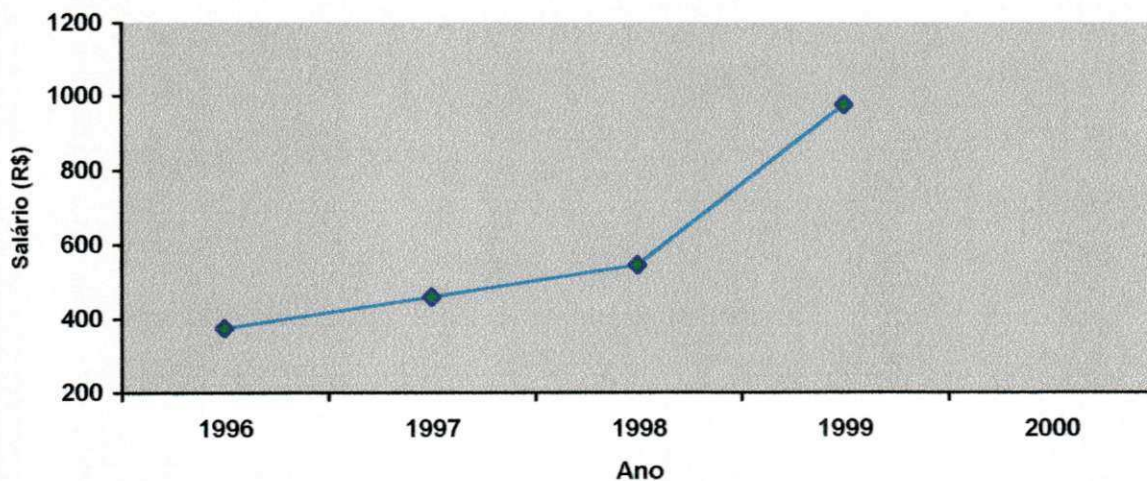


Figura 2.6. Evolução do salário médio dos catadores de resíduos sólidos urbanos na cidade do Rio de Janeiro (RJ) entre 1996 e 1999.

Fonte: COMLURB /Rio de Janeiro (RJ) *apud* CEMPRE INFORMA (2000)

Hoje, catadores de Curitiba (PR) percebem algo em torno de R\$ 600/mês; em Belo Horizonte (MG) e Porto Alegre (RS) a média é de R\$ 300/mês.

**Outros números disponíveis sobre reciclagem no Brasil (CEMPRE, 2000):**

- Perfis publicados pelo Informativo do CEMPRE (Março/Abril, 2000), indicam investimentos na ordem de 3 mil a 7 mil reais por emprego criado na reciclagem de plástico;
- A proposta de modernização do setor de sucatas ferrosas representa um investimento da ordem de 0,6 mil reais por pessoa envolvida nesta atividade;
- Os investimentos numa indústria recicladora de papel, que produz artesanatos moldados, varia de 7 mil a R\$ 17 mil reais/por emprego.

**2.5.1. O Enfrentamento do Problema**

Percebe-se uma revolução silenciosa em todo o país para enfrentar o problema dos resíduos sólidos urbanos. Segundo a UNICEF (2000), dos municípios pesquisados no Brasil, ao serem perguntados se há algum estudo sobre os Resíduos Sólidos, 52% responderam que tem, 22 % que não tem e 26 % não respondeu. Por exemplo, das cidades que possuem mais de 50.000 habitantes, 55 % tem estudos, 32% não tem e 13 % não respondeu. Das cidades com menos de 50.000 habitantes 23% tem, 60% não tem e 17 % não respondeu. Em relação a estudos sobre os catadores, segundo a mesma pesquisa, das capitais, 48% tem , das cidades com mais de 50.000 habitantes 14% tem, 64 % não tem e 22% não respondeu. Das cidades com menos de 50.000 habitantes, 5 % tem.

**2.5.1.1. Soluções Priorizadas**

Torna-se necessária a intervenção social voltada ao resgate da cidadania desses milhares de trabalhadores que vivem em condições de absoluta pobreza, sobrevivendo das sobras e dos desperdícios dos mais afortunados. Como alternativa à catação nos



lixões deve-se buscar o incentivo da coleta seletiva, com a participação das famílias de catadores, propiciando a geração de postos de trabalho e renda para as mesmas (UNICEF, 2000).

A coleta seletiva realizada pelos antigos catadores em parceria com o poder público é hoje apresentada como a melhor opção para aquelas famílias que são na maioria das vezes profissionais da construção civil, bombeiros hidráulicos, trabalhadores rurais, costureiras, entre outras profissões que não encontram emprego ou trabalho no mercado. Alguns municípios e pelo menos três capitais estão priorizando a implantação da coleta seletiva com a parceria prioritária com os catadores. São elas Belo Horizonte (MG), Porto Alegre (RS) e o Rio de Janeiro (RJ). Nessas cidades os catadores se organizaram em associações e cooperativas, e tendo aumentado sua renda, assim como sua auto estima e melhorado significativamente sua condição de vida (UNICEF, 2000).

A organização social dos catadores e o atendimento a suas necessidades básicas de moradia, saúde, educação, etc, bem como a transformação desses lixões em aterros controlados ou aterros sanitários, com o seu cercamento e a implantação de infraestrutura necessárias à sua operação evitam dessa forma, novas levas de catadores ao local.

A reciclagem no Brasil, está fortemente sustentada pela catação "informal" desses garimpeiros do lixo, e já atinge índices bastante significativos para alguns produtos. As latinhas de alumínio apresentam um índice de recuperação de aproximadamente 75% sendo a recordista da reciclagem no Brasil, e o terceiro lugar em nível mundial sendo comparada aos EUA e ultrapassada apenas pela Alemanha e Suíça. Recicla-se cerca de 35 % do vidro e cerca de 36% do papel produzido, segundo o Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE (1999). Segundo informações mais recentes, que circularam nos principais veículos de comunicação do país, o Brasil já ocupa o primeiro lugar.

### **O que o Brasil Recicla?**

De acordo com o CEMPRE (1999):

- ✓ 1,5% aproximadamente do lixo sólido orgânico urbano;
- ✓ 18 % dos 900 mil metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de óleo lubrificante consumido anualmente é rerrefinado;
- ✓ 15% da resina PET;

- ✓ 10% das 300 mil toneladas de sucata disponíveis para a obtenção de borracha regenerada;
  - ✓ 15% dos plásticos rígidos e firmes, o que equivale a 200 mil toneladas por ano;
  - ✓ 35% das embalagens de vidro, somando 280 mil toneladas por ano;\*
  - ✓ 35% das latas de aço, o que equivale a cerca de 250 mil toneladas/ano;
  - ✓ 64% da produção nacional de latas de alumínio;
  - ✓ 71% de volume total de papel ondulado;
  - ✓ 36% do papel e papelão, totalizando 1,6 milhão de toneladas de produto reciclado.
- \* incluindo o resíduo pós-industrial (pré-consumo)

O trabalho de reciclagem somente será eficiente se realizado de forma abrangente, atuando na mobilização das pessoas, na qualificação dos diversos atores a serem envolvidos, na viabilização de recursos financeiros, na aplicação da melhor tecnologia para cada realidade e na geração de renda para as famílias de catadores.

Para tanto, torna-se necessária a aglutinação das forças, compostas pelas diversas secretarias nas municipalidades, em parceria com outros níveis de governo (estaduais e federal), com a participação de ONGs, universidades, grupos religiosos e da própria sociedade civil organizada e voluntários.

Somente levando-se em conta a intersetorialidade e a interdisciplinaridade, utilizando-se também os instrumentos legais como a proposição de termos de conduta entre a Administração Municipal e a Promotoria Pública e lideranças locais, pode-se vencer as dificuldades enfrentadas quando há descontinuidade administrativa, possibilitando a manutenção sistemática e permanente dos aterros, e apoio aos catadores e suas famílias.

O processo já se iniciou em várias localidades e a novidade é que o programa "Lixo e Cidadania" desenvolvido pelo UNICEF está buscando articular as ações no sentido de maximizar seus efeitos e sistematizar as experiências para facilitar sua replicabilidade. O Programa pretende erradicar a catação do resíduos sólidos, por crianças e adolescentes e suas famílias até o ano 2003, para que seja possível avançar no novo milênio em prol da cidadania.

Situada também no interior de São Paulo, Catanduva, em parceria com a organização religiosa Cáritas, lançou em 1999 o projeto de reciclagem "Luxo do Lixo", iniciativa inédita na cidade, onde cerca de R\$ 60 mil foram investido na compra de oito máquinas, entre prensas e lâminas para cortar papel, equipamento para reciclagem de

papel e alumínio e 25 carrinhos para coletar materiais nas ruas. O galpão onde funciona o projeto, com cerca de 1 mil metros quadrados, foi cedido pela prefeitura que ainda fornece às 17 famílias que participam do "Luxo do Lixo", alimentação, remédios e assistência médica, além de equipamentos de segurança como luvas, botas, chapéus e uniformes. Toda a renda obtida com a venda dos recicláveis é revertida integralmente para os cadastrados, gente que antes do projeto não tinha perspectiva de uma renda mínima ou um emprego. A meta da administração é a ampliação do projeto.

### **2.5.1.2. Cooperativismo de Resultados**

No Rio de Janeiro, as 14 cooperativas existentes obtêm a recuperação de 2 mil toneladas/ mês de materiais recicláveis e abrigam 414 trabalhadores, existindo ainda cerca de 3 mil catadores de rua espalhados pela cidade. A meta da COMLURB é fazer a triagem de 8 mil toneladas/mês de sucata, através da abertura de outras cooperativas e criando, assim, cerca de 2 mil novos postos de trabalho, assegurando uma boa remuneração.

Em Porto Alegre (RS), o DMLU (Departamento Municipal de Limpeza Urbana), informa que a inauguração de uma usina de beneficiamento de plástico, prevista para esta ano, com capacidade para transformar 100t/dia, vai proporcionar a criação de 60 novos empregos. A ampliação do turno de trabalho no galpão de triagem já existente proporcionará a abertura de 120 novos postos de trabalho; a remuneração mensal desses trabalhadores gira em torno de 2 a 4 salários mínimos.

Em Belo Horizonte (MG), segundo a coordenadora do projeto de Coleta Seletiva da SLU (Superintendência de Limpeza Urbana), os catadores associados a ASMARE fazem a triagem de cerca de 450 t/mês de recicláveis, sendo a meta atual de dobrar esse volume e obter 50 novos associados para essa atividade.

Em Curitiba (PR), o programa "Lixo que não é Lixo", gerou ao longo de 10 anos de existência cerca de 3.370 empregos diretos. Já os 245 coletores de materiais recicláveis de Curitiba associados à Cooperativa de Trabalhadores na Coleta de Materiais Recicláveis (Recoopere) estão sustentando suas famílias com um salário que pode chegar a R\$ 600,00 mensais. Onde a média de materiais recicláveis coletado chega a 125 quilos/dia por carrinho.

Em João Pessoa (PB), a EMLUR (Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana) implantou no ano de 2000, em parceria com a ASTRAMARE (Associação dos Trabalhadores em Materiais Recicláveis do Lixão do Róger) um programa de coleta seletiva porta à porta, com carrinhos de tela tipo plataforma em alguns bairros da orla marítima, quais sejam: Cabo Branco, Tambaú e parte de Manaíra. Os materiais são vendidos diretamente à indústrias de reciclados dos estados da Paraíba e Pernambuco (LIMA, 2001). Segundo, a EMLUR são utilizados na primeira etapa do programa 20 (vinte) catadores associados à ASTRAMARE, com uma remuneração mensal em torno de R\$ 300,00, com uma retirada mensal média de 45 toneladas de materiais reciclados. A EMLUR está em fase de expansão do programa a outros bairros da cidade que apresentam um potencial de reciclados significativo.

## **2.6. Sistema de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos**

Por serem os resíduos sólidos constituídos de uma massa heterogênea que pode ser alterada em função de diversos fatores, a sua caracterização passa a ser primordial para subsidiar o planejamento referente ao sistema de limpeza urbana de um município (DALTRO FILHO *et al.*, 1996), assim como seu manejo e destino final.

O conhecimento das características física, química e bacteriológicas dos Resíduos Sólidos é essencial para que se poder, dentre as várias técnicas de tratamento/disposição disponíveis, qual é a mais adequada.

O conhecimento desses parâmetros e dos índices de geração de resíduos, assim como sua caracterização qualitativa, é de fundamental importância para o planejamento do setor de limpeza urbana de uma cidade, pois permite:

- em termos quantitativos, analisar as tendências históricas e estimar trajetórias futuras para a produção de resíduos de diferentes tipos, que exigem soluções diferenciadas e localizações e dimensionamentos específicos, quanto a coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final;
- em termos qualitativos, avaliar as possibilidades de implantação de tratamentos diversos, que objetivem a redução da geração e/ou dos volumes a dispor, tais como coleta seletiva, segregações na origem, reciclagem de resíduos (LIMPURB, 2001).

Um dos maiores problemas do resíduo sólido é sua heterogeneidade, isto é, ele é composto de um grande número de materiais diferentes que não podem ser tratados da mesma maneira; é por isso que existem tipos distintos de coleta, com diferentes equipamentos, rotinas e tratamentos para os diferentes tipos de resíduos.

Para organizar o sistema de coleta de um município, é necessário o conhecimento das características do resíduo sólido. Isso torna possível calcular a capacidade e tipos de equipamentos de coleta, tratamento e destino final (LIMPURB, 2001).

Entre as diversas características do resíduo sólido, têm-se o teor de umidade (quantidade de água contida na massa de resíduo sólido) e o poder calorífico (kcal/kg - quantidade de calor gerada pela combustão do resíduo sólido), parâmetros importantes quando se pensa em incineração - ou a relação carbono/nitrogênio (%), quando se pensa em compostagem.

Segundo o Departamento de Limpeza Urbana da Cidade de São Paulo (SP) - LIMPURB (2001), para o equacionamento do sistema de coleta de resíduos sólidos as características mais importantes são:

**1. quantidade de lixo produzida** - Geralmente expresso em peso (toneladas), volume ( $m^3$ ) ou taxa de geração por habitante (kg/hab.dia); indica a quantidade de lixo gerada por unidade de tempo, o que possibilita calcular o tamanho da frota coletora.

A taxa de produção per capita de resíduo sólido por dia, dependendo da região da cidade, varia de 0,7 a 1,5 kg/hab.dia; nos países do 1º mundo este índice chega a 3kg/ hab. dia.

A evolução da quantidade de resíduo sólido produzida depende, basicamente, de três fatores:

- a) a evolução da população
- b) hábitos culturais
- c) poder de consumo

**2. peso específico** - expressa a relação entre peso e volume, geralmente medido em  $kgf/m^3$ . Ajuda também no dimensionamento da frota. Segundo a LIMPURB, o Lixo de São Paulo apresentava em 1991 um peso específico médio de  $234 kgf/m^3$ .

$$\gamma_s = \frac{\gamma_h}{1 + h} \quad \text{Onde: } \gamma_h \text{ e } \gamma_s \text{ são os pesos específicos úmidos e secos}$$

respectivamente, e h é umidade.

A evolução do peso específico do resíduo sólido da maioria das cidades mostra que os resíduos sólidos está ficando cada vez mais leve, isto é, há cada vez mais presença de materiais com peso específico baixo, como os plásticos. Isto explica a necessidade do uso de veículos compactadores que transportam mais resíduos sólidos por volume.

**3. índice de compactação** - indica quantas vezes o volume do resíduo sólido poderá ser reduzido, otimizando seu transporte através de caçambas compactadoras;

Os caminhões compactadores utilizados na maioria das cidades reduzem de 2 a 3 vezes o volume da massa de resíduo sólido coletado; Assim, em 1m<sup>3</sup> pode-se ter em média, até 702 kg de resíduo sólido compactado.

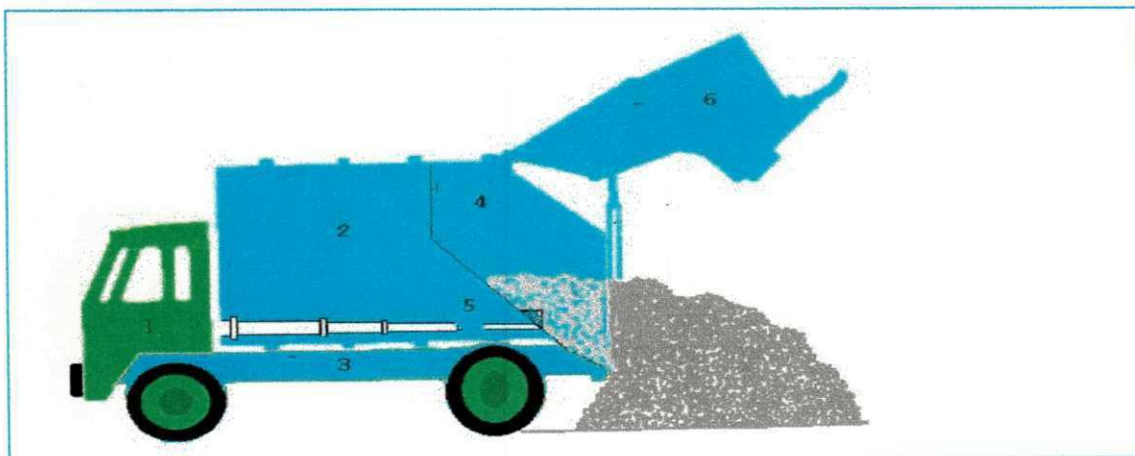


Figura 2.7. Caminhão coletor-compactador  
FONTE: LIMPURB/2001

Componentes de um veículo coletor-compactador:

1. cabine
2. caixa de carga
3. chassi
4. painel ejetor
5. acionador do painel ejetor
6. tampa traseira (em alguns veículos aloja o mecanismo de compactação)

**4. composição do resíduo sólido** - apresenta as porcentagens dos diversos componentes do resíduo sólido e auxilia nos estudos do aproveitamento dos materiais que compõem o resíduo sólido. Portanto, é um importante indicador do tipo de sistema de coleta (convencional ou diferenciada) a ser adotada.

O conhecimento dessa composição é essencial para a definição das providências a serem tomadas com os resíduos, desde sua coleta até o seu destino final, de uma forma sanitária economicamente viável, considerando que cada comunidade gera resíduos diversos (BIDONE & POVINELLI, 1999).

A inexistência de Normas Técnicas para padronização do estudo de caracterização gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, provocou o surgimento de diversas metodologias para se estudar a composição qualitativa e quantitativa do resíduo sólido gerado por uma comunidade. A maior dificuldade encontrada nos processos empregados é a definição de amostras representativas (SENGÉS, 1969). Além da dificuldade de definição de amostras representativas, a categorização dos componentes do resíduo sólido não é normatizada, variando em função do surgimento de novos materiais e dos critérios do pesquisador (CINTRA, 1995).

A utilização de uma metodologia de caracterização dos resíduos sólidos deve ser precedida de uma definição muito clara do objetivo a ser alcançado, pois necessidades diferentes demandam determinados tipos de análises, e conseqüentemente, de metodologias de amostragem (JARDIM *et al.*, 1995).

LIMA (1995) propõe que, para regiões com variações sazonais acentuadas sejam coletadas quatro amostras ou séries de amostras, uma em cada estação do ano, para formar uma composição representativa para o ano inteiro.

GOMES (1989) propõe que a amostragem do resíduo sólido gerado por uma população, com o propósito de caracterizá-lo, deve ocorrer na origem do mesmo, ou seja, junto às residências. Deve ser coletado uma sacola de lixo por dia, durante oito dias de um período pré-estabelecido. Descartam-se as amostras de um dia e utilizam-se as demais para caracterizar o resíduo sólido.

GOMES (1989) considera que a melhor forma de coleta de amostras de resíduo sólido produzido por uma comunidade, buscando sua caracterização, é aquela realizada

no próprio veículo coletor. As amostras deve ser coletadas aleatoriamente e os resultados extrapolados para a quantidade total de resíduo sólido gerado. Para uma melhor quantificação do resíduo sólido deve ser levantado o número de caminhões de coleta, a quantidade total de resíduo sólido coletado e as taras (pesos) dos caminhões.

KIEHL (1995) propõe a coleta diária de amostras no local de vazamento do resíduo sólido, após a descarga do veículo coletor, anotando-se hora, dia, mês, ano, circuito percorrido pelo caminhão e condições do tempo. No final do dia as amostras devem ser misturadas e quarteadas.

Se em um estudo de caracterização, a amostragem do resíduo sólido em todos os setores de coleta do sistema de limpeza urbana se torna onerosa, deve-se agrupá-los utilizando-se fatores tais como: características das edificações, densidade populacional, poder aquisitivo, costumes da população e tipo de acondicionamento dos resíduos. Para corrigir as deficiências em função da restrição do espaço amostral (todo resíduo sólido gerado), deve-se aplicar um tratamento estatístico (JARDIM *et al.*, 1995).

Independentemente da metodologia utilizada, as amostras de resíduos sólidos devem ser quarteadas até se alcançar a quantidade a ser utilizada na separação dos componentes e realização das análises desejadas (DALTRO FILHO *et al.*, 1996). Essa forma de tratamento das amostras é a mesma utilizada no tratamento das amostras coletadas para classificar resíduos sólidos industriais, conforme preconizado pela NBR - 10.007 da ABNT.

## **2.7. Aspectos Metodológicos Empregados para Caracterização de Resíduos Sólidos**

A seguir serão apresentadas algumas das metodologias empregadas para caracterização de resíduos sólidos. Em todas elas o quarteamento foi o tratamento utilizado para se chegar a amostra final de trabalho.

SENGÉS (1969), propõe um método em que a amostragem deva ser realizada em todas as ruas da cidade, coletando-se as sacolas de lixo ou o recipiente utilizado para acondicionamento dos resíduos sólidos de um determinado número de residências, equivalente a 25 % (vinte e cinco por cento) do total da rua, em cada logradouro.



O método de desenvolvido por DAWES (SENGÉS, 1969), classifica os imóveis de um município de acordo com as bases de valor e taxação predial, em três classes sociais: operária (70%), média (20%) e rica (10%). Escolhem-se quarteirões tipos de cada categoria de imóveis, baseado nas percentagens das três classes sociais, e coleta-se uma amostra de resíduo sólido de 10 (dez) toneladas, sendo 7 (sete) na classe operária, 2 (duas) na classe média e 1 (uma) na classe rica. Essa amostra deve ser homogeneizada e dividida em cinco partes iguais, escolhendo-se uma para determinação da composição física do resíduo sólido.

O Instituto Nacional de Tecnologia - INT desenvolveu e aplicou outro método na cidade do Rio de Janeiro (RJ). Neste foram analisadas amostras representativas de resíduos sólidos de todos os bairros da cidade. As amostras eram coletadas nos caminhões ao chegarem no ponto de vazamento dos resíduos (SENGÉS, 1969).

NORCONSULT, *apud* GOMES (1989), caracterizou, no período de 1981/1982, os resíduos sólidos domésticos das cidades de Suez (Egito), Adis Abeba (Etiópia) e Manila (Filipinas). Essas cidades foram divididas em áreas residenciais de alta, média e baixa renda, sendo coletadas amostras representativas de cada uma dessas áreas. O resíduo sólido de origem doméstica amostrado foi separado dos de origem industrial, comercial e outros, caracterizados posteriormente em outro programa de amostragem.

AZEVEDO *et al.* (1995), desenvolveram metodologia para se determinar a quantidade e a composição gravimétrica do resíduos sólidos domiciliares gerados por região sócio-econômica de um município. O primeiro passo deste método consiste em dividir o município em regiões sócio-econômicas e levantar o percentual de residências em relação ao total existente em cada estrato social. Essa proporcionalidade servirá de base para definição do tamanho da amostra, ou seja, o número de casas a serem amostradas por estrato social, que deverá ser de no mínimo 30 (trinta) para que sejam feitas inferências estatísticas. A seleção das casas a serem amostradas dentro de cada estrato é feita através de sorteio aleatório.

GOMES (1989), *apud* DALTRO FILHO *et al.* (1996), relata que no trabalho de caracterização do resíduo sólido da cidade de Blida (Argélia), a metodologia utilizada fundamentou-se na análise, durante o período de sete dias, do resíduo sólido coletado em um dos doze setores de coleta, correspondente a um distrito populoso de nível de vida médio e considerado representativo do município.

Para a EPA (1999), são consideradas duas metodologias para caracterizar os resíduos sólidos municipais. A primeira envolve amostragem, classificação e composição gravimétrica do resíduo sólido e deve ser usada em locais específicos de geração de resíduos sólidos, coletando-se amostras em várias estações do ano. Os resultados da amostragem também fornecem informações a respeito de variações das características do resíduo sólido devido a mudanças climáticas e sazonais, densidade populacional, diferenças regionais e hábitos da população. A desvantagem desta metodologia se dá quando sua aplicação for baseada em um pequeno número de amostras. Neste caso os resultados obtidos podem ser distorcidos e alterados em relação aos esperados, principalmente se vierem a acontecer circunstâncias atípicas durante a amostragem, tais como estação seca ou úmida descaracterizada, descarte de algum tipo de resíduo incomum ou erro na metodologia. Este tipo de erro pode ser maximizado quando um pequeno número de amostras é utilizado para caracterizar o resíduo sólido gerado durante o ano por uma comunidade inteira, ou no caso mais grave, para caracterizar o resíduo sólido gerado por uma nação. O segundo método utiliza os dados da produção nacional de materiais e produtos encontrados no resíduo sólido. A geração dos dados resulta do ajuste específico feito nos dados de produção para cada material e categoria de produto, levando-se em consideração as exportações, as importações, a vida útil desses materiais e produtos e a diversidade do resíduo sólido. Os componentes matéria orgânica e resíduos de limpeza de jardins e quintais só podem ser estimados utilizando-se o primeiro método.

A metodologia mais utilizada atualmente consiste em dividir o município em regiões sócio-econômicas distintas, coletando amostras representativas de resíduo sólido domiciliar em cada uma delas nas várias estações climáticas durante o ano (DALTRO FILHO *et al.*, 1996).

## **2.8. Apresentação de Alguns Estudos de Composição Gravimétrica, Física e Química de Resíduos Sólidos**

Neste item são apresentados alguns estudos considerados de importância, sobre caracterização de resíduos sólidos, tanto domiciliar quanto urbano, realizados em várias cidades do Brasil e da cidade de Córdoba, na Espanha.

Vale ressaltar que em todos esses estudos, a coleta de cada amostra representativa foi feita através de quarteamentos sucessivos, até se chegar ao tamanho requerido para realização de análises físico-químicas e da composição gravimétrica. O resultado final de cada um desses estudos, foi alcançado através do cálculo da média aritmética entre os resultados das amostras representativas.

SENGÉS (1969), relatou que em 1963, o Instituto Nacional de Tecnologia - INT, determinou as características físicas e físico-químicas do resíduo sólido urbano gerado na cidade do Rio de Janeiro (RJ), utilizando uma metodologia fundamentada na análise de amostras representativas de resíduo sólido de todos os bairros do município. As amostras eram coletadas no local de destinação final, diretamente dos caminhões coletores previamente identificados.

RUOCCO JÚNIOR *et al.* (1978), determinaram o poder calorífico inferior do resíduo sólido domiciliar da cidade de São Paulo (SP) para utilizá-lo na queima com o objetivo de gerar energia. O programa de amostragem foi montado com base no número total de amostras previstas e na quantidade de resíduo sólido coletado em cada uma das 17 (dezesete) Administrações Regionais - AR, em que foi dividida a cidade. O número de amostras por AR foi definido com base na distribuição percentual, em peso, dos resíduos coletados em cada uma. A escolha dos critérios para a amostragem do resíduo sólido buscou também obter amostras representativas das condições sócio-econômicas da região amostrada.

AMORIM & AGUIAR (1979), estudaram as características físicas e químicas dos resíduos sólidos produzidos em todos os núcleos urbanos do Distrito Federal. O trabalho visou atualizar os dados do estudo de caracterização realizado em 1971. Esses núcleos foram divididos em 17 (dezesete) zonas típicas, que representavam áreas distintas de produção de resíduo sólido. De cada uma dessas zonas foram coletadas duas amostras no período de agosto a outubro de 1977, período seco na região de estudo.

LINDENBERG *et al.* (1981), estudaram a caracterização do resíduo sólido domiciliar da cidade de Curitiba (PR), no período de outubro de 1980 a março de 1981, buscando seu reaproveitamento energético. A cidade foi dividida, com base no zoneamento urbano, em seis tipos de zonas distintas de geração de resíduos sólidos. Após esta divisão, definiu-se um programa de amostragem em função dos setores de coleta de resíduo sólido que fossem representativos de cada tipo de zona. Como para a coleta de resíduo sólido em cada zona utilizava-se mais de um caminhão coletor

compactador, adotou-se o critério de se retirar 400 (quatrocentos) litros de resíduo sólido de cada caminhão, que foram misturados, formando uma única amostra representativa para cada zona.

BERRÍOS (1986), estudou a geração de resíduos sólidos urbanos da cidade de Rio Claro (SP) e suas implicações na organização do espaço urbano, objetivando subsidiar as decisões relacionadas à escolha de áreas para destinação final. Na determinação da composição gravimétrica do resíduos sólidos e sua produção "per capita" foram levadas em consideração as características sócio-econômicas da população do município. Para tanto, os bairros da cidade foram agrupados em cinco classes sociais, alta, média alta, média, média baixa e baixa. O número de amostras, equivalente a uma sacola de lixo por residência, foi estabelecido com base em uma tabela para determinar o tamanho da amostra a partir do tamanho da população (GERARDI & SILVA, 1981), onde a distribuição do número de amostras por classe social foi proporcional ao número de amostras utilizado neste levantamento sócio-econômico e as residências amostradas em cada classe social foram escolhidas aleatoriamente, através de sorteio.

GOMES (1989), estudou a caracterização física e a biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários do município de São Carlos (SP), no período de maio a dezembro de 1988. Para este estudo foi realizada uma divisão da cidade levando-se em consideração critérios como origem e produção de resíduo sólido e a condição sócio econômica da população. O município foi dividido em quatro zonas afins: residencial/comercial classe média, residencial classe alta, residencial classe média e residencial classe baixa. Para cada uma destas quatro zonas foram coletadas duas amostras de resíduo sólido, uma no verão e outra no inverno.

PESSIN *et al.* (1991), determinaram a composição física e as características físico-químicas dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais da cidade de Caxias do Sul (RS), no período de março de 1990 a janeiro de 1991. O trabalho foi iniciado com o enquadramento dos bairros do município em três classes sociais, alta, média e baixa, conforme as condições sócio-econômicas de sua população. Em seguida foram escolhidos três bairros, sendo cada um representativo de uma classe social existente no município. Para cada um destes bairros foi coletada uma amostra de resíduo sólido em cada uma de três estações sazonais, ou seja, inverno, primavera e verão.

ANDRADE (1995), determinou a composição gravimétrica, o peso específico e o teor de umidade dos resíduos sólidos produzidos na cidade de Manaus (AM), no período de 10 a 15 de outubro de 1990, buscando subsidiar o planejamento de um sistema de limpeza urbana. Para coleta de amostras representativas do resíduo sólido gerado, o município foi dividido em quatro quadrantes, de onde foram coletados 6 (seis) caminhões de lixo, um do centro, um do distrito industrial, dois da zona leste e dois da zona oeste, sendo encaminhados para a usina de lixo de Manaus, onde procedeu-se a uma homogeneização de todo resíduo sólido coletado, utilizando-se uma pá mecânica.

BAPTISTA (1993), caracterizou o resíduo sólido urbano bruto, conforme foi recebido para beneficiamento e o resíduo sólido já beneficiado na usina de reciclagem de lixo de Vitória (ES), no período de primeiro a quinze de maio de 1993. O objetivo desse estudo foi especificamente o de determinar a eficiência do processo de separação na esteira de catação da usina. A amostragem do resíduo sólido bruto foi realizada no fosso de recepção da usina e a do beneficiado no final da esteira.

CINTRA (1995), pesquisou a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos do bairro Cidade Nova, na cidade de Belo Horizonte (MG), buscando obter subsídios para execução de projetos de reaproveitamento do resíduo sólido ali gerado. A coleta de amostras foi realizada na fonte de geração, ou seja, nas residências, e o número de amostras foi determinado em função de uma tabela para determinação do tamanho da amostra desenvolvida por KREJCIE & MORGAN, *apud* GERARDI & SILVA (1981), chegando-se a um número de 354 (trezentos e cinquenta e quatro) residências, 8% (oito por cento) do total. Em função da estrutura disponível para realização da pesquisa não ter permitido a amostragem nas 354 (trezentos e cinquenta e quatro) residências, definiu-se uma amostra padrão de 100 (cem) Kg de resíduo sólido por dia, durante 5 (cinco) dias aleatórios do mês de abril de 1993. Os locais de coleta de amostras foram definidos em função do sistema de coleta de resíduo sólido do bairro.

DALTRO FILHO *et al.* (1996), caracterizou os resíduos sólidos domiciliares e comerciais da cidade de Aracaju (SE), no período de agosto de 1993 a agosto de 1994, objetivando definir a forma de acondicionamento, transporte e a melhor técnica de tratamento/destino final a serem implantados no município. O trabalho foi iniciado com o enquadramento dos bairros da cidade em três classes sociais, alta, média e baixa, conforme os padrões sócio-econômicos de sua população. Em seguida foram escolhidos três bairros, sendo cada um pertencente a uma dessas classes. O centro da cidade foi

enquadrado como representativo do setor de geração do resíduo sólido comercial. Foram coletadas 2 (duas) amostras de resíduo sólido, de cada uma destas quatro regiões, por estação sazonal. Só foram consideradas duas estações sazonais, ou seja, inverno e verão, por se achar que é característico da região nordeste do país.

TAVARES *et al.* (1996), caracterizaram os resíduos sólidos urbanos da cidade de Fortaleza (CE), no período compreendido entre a primeira quinzena do mês de janeiro e a primeira quinzena do mês de maio de 1996. O processo de amostragem tomou por base apenas 1 (hum) exemplar de cada um dos equipamentos utilizados na coleta, estes foram escolhidos de forma aleatória, este trabalho foi realizado em 24 (vinte e quatro) bairros.

PORCEL *et al.* (1997), caracterizaram os resíduos sólidos urbanos da cidade de Córdoba, na Espanha, de julho de 1993 a janeiro de 1994, com o objetivo de estruturar o sistema de limpeza urbana. Foram considerados três setores sócio-econômicos e as variações sazonais. De cada setor foram coletadas amostras, do total gerado, com aproximadamente 200 (duzentos) kg cada. Ao todo foram 117 (cento e dezessete) amostras representativas.

A UFAL (Universidade Federal de Alagoas) através do Centro de Tecnologia realizou o último estudo sobre a caracterização dos resíduos da cidade de Maceió (AL) no período de outubro de 1996 a maio de 1997, no que se refere à composição física, pH, densidade e umidade. No trabalho de caracterização os pesquisadores dividiram a cidade em quatro setores. Os setores foram escolhidos a partir de um estudo detalhado, levando-se em consideração o fator sócio-econômico, bem como o tipo de atividade predominante naqueles locais. É importante salientar que na pesquisa não se identificou o bairro dos setores por nome ou população, como forma de se evitar possíveis manipulações nos resultados. Para cada setor tomou-se amostras nos dois períodos climáticos (seco e úmido). A metodologia de amostragem foi baseada no quarteamento de uma amostragem inicial de aproximadamente 400 kg, até uma amostra remanescente de 100 kg.

PESSIN & SILVA (1998), determinaram a composição física e as características físico-químicas dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Caxias do Sul (RS), no período de janeiro a novembro de 1995. O trabalho foi iniciado com o enquadramento dos bairros do município em três classes sociais, alta, média e baixa, conforme as condições sócio-econômicas de sua população. Em seguida foram escolhidos três

bairros, sendo cada um representativo de uma classe social existente no município. Para os bairros enquadrados nas classes B e C foram coletadas duas amostras e o enquadrado na A uma amostra.

ORTH & MOTTA (1998), caracterizaram os resíduos sólidos urbanos da cidade de São Paulo (SP), no período de cinco a dezenove de maio de 1998, com o objetivo de conhecer a composição qualitativa e quantitativa desses resíduos. O trabalho teve início com a classificação dos distritos municipais, nos quais é dividido o território do município, e função da renda familiar média da população de cada um, agrupando os mesmos em cinco classes de renda: baixa, média baixa, média, média alta e alta. Após esta etapa definiu-se o número total de amostras em cada classe de renda, tendo sido coletados nove na baixa, três na média baixa, duas na média, uma na média alta e duas na alta, num total de 17 (dezesete).

MERCEDES (1997), caracterizou os resíduos sólidos urbanos da cidade de Belo Horizonte (MG), no período de maio de 1995 a maio de 1996, buscando atualizar os dados existentes sobre os mesmos. Foi utilizada uma amostragem estratigráfica proporcional, adotando-se como unidade amostral o distrito de coleta. O número total de amostras foi definido com base no erro desejável para cada parâmetro. Estas foram escolhidas aleatoriamente, através de sorteio, e obtidas conforme a NBR 10.007 da ABNT.

OLIVEIRA *et al.* (1998), caracterizaram os resíduos sólidos urbanos da cidade de Botucatu (SP), de abril a junho de 1997, visando definir alternativas de tratamento e aproveitamento desses resíduos. Dos 12 (doze) setores de coleta existentes no município, cinco foram escolhidos em função da densidade populacional, fonte geradora e níveis sócio-econômicos da população, De cada um deles foram retiradas quatro amostras representativas no caminhão de coleta.

COSTA (1998), determinou a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Porto Alegre (RS), de setembro a novembro de 1997. As zonas de coleta de resíduo sólido existentes no município foram divididas em 5 (cinco) estratos sócio-econômicos. De cada uma delas foram coletadas seis amostras representativas no caminhão de coleta.

GUALBERTO FILHO *et al.* (1998), caracterizaram os resíduos sólidos urbanos da cidade de Cabedelo (PB), no mês de julho de 1997, objetivando projetar uma usina

de compostagem. Foi coletado uma amostra no centro comercial do município, representando o resíduo sólido comercial, e uma amostra por bairro, num total de três, cada um representando um estrato sócio-econômico.

FLÔRES NETO *et al.* (1999), realizaram a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB), durante o período de abril/97 à maio/98 em 43 (quarenta e três) bairros da cidade. A caracterização foi realizada a partir da separação de todo o material contido no caminhão compactador, obtendo-se assim uma amostra real do que é coletado na cidade, em seguida segregados de acordo com os componentes desejados.

HENRIQUES (1999), determinou a composição gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Vitória (ES), durante o período de agosto à dezembro de 1996, buscando contribuir com a proposição de implantação de melhorias operacionais na Usina de Reciclagem de Vitória (ES), onde optou-se pela metodologia aplicada por GOMES (1989) para caracterizar os resíduos sólidos urbanos da cidade de São Carlos (SP).

BARRETO (1999), determinou a composição gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos do setor comercial da cidade de Vitória (ES), durante o período de setembro de 1996 à março de 1997, visando fornecer subsídios para a implantação de uma coleta diferenciada. Optou-se pela metodologia aplicada por GOMES (1989) para caracterizar os resíduos sólidos urbanos da cidade de São Carlos (SP).

MESQUITA (1999), realizou a caracterização gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande (PB), no período compreendido entre setembro e dezembro de 1998. Onde foram escolhidos quatro trechos, que representavam em média 10% (dez por cento) da população total domiciliada na zona urbana da cidade, obedecendo para tanto as orientações metodológicas de LIMA (1991).

LOPES & PINHEIRO (2000), determinou a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade do Natal (RN), a partir da escolha aleatória de 04 veículos por dia de amostragem, sendo um de cada zona da cidade, obedecendo a regra do que chegasse primeiro ao local do descarrego. A amostra foi retirada diretamente do carro de coleta, formando quatro pilhas de aproximadamente 1,5 metros cúbicos e realizado o quarteamento. Essa caracterização foi desenvolvida durante o período de março a julho de 1999.



FARIAS (2000), apresentou os resultados obtidos no Recife (PE), através da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco, onde a citada secretaria fez um estudo da composição física dos resíduos sólidos urbanos durante o período de julho a agosto de 1997, utilizando áreas representativas do conjunto da Região Metropolitana e o método de quarteamento para separação da amostra, mostrado na Tabela 2.11.

OLIVEIRA *et. al.* (2000), caracterizaram os resíduos sólidos urbanos de Salvador (BA) durante o mês de março/99, foi considerada a amostra da 1ª viagem para os setores diurnos e a última dos setores noturnos selecionados, representando 23% dos 132 roteiros de coleta domiciliar, onde foi empregado a metodologia do quarteamento.

BEZERRIL JÚNIOR (2001), realizou o estudo de caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos urbanos da cidade de São Paulo (SP), tomando como base a metodologia recomendada pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo). Onde, além dos fatores econômicos, foram também considerados alguns outros, como: comparação, representatividade e utilização. As amostras tiveram origem nas coletas efetuadas rotineiramente na cidade e que foram desviados, aleatoriamente no que se refere a dia e hora, onde foram identificados, pesados, descarregados, novamente pesados e dispensados, para em seguida realizar o processo de quarteamento.

NAVAL & GONDIM (2001), realizaram a caracterização física e físico-química dos resíduos sólidos depositados no aterro sanitário de Palmas (TO), a amostra foi preparada conforme o método proposto por GOMES (1989), no ano de 2000, durante o período da seca e da chuva na região.

A caracterização física e química dos resíduos sólidos é de fundamental importância, posto que a partir dela é possível viabilizar o reaproveitamento do material orgânico bruto após seu processamento, aeróbio ou anaeróbio, como corretivo e fertilizante de solos pobres. Os aspectos físicos e químicos arrolados informam: sobre o volume dos resíduos, possibilitando a determinação de capacidade volumétrica dos meios de coleta, transporte e disposição final; sobre a umidade, que indica a quantidade de água contida na massa de lixo que é importante na definição do poder calorífico do mesmo (BIDONE & POVINELLI, 1999).

Nas Tabelas 2.7 à 2.10 estão apresentados os resultados numéricos dos estudos de caracterização até então apresentados. Os componentes foram agrupados e os parâmetros físico-químicos selecionados.

### 2.9. Contaminação Bacteriológica de Resíduos Sólidos

Os principais agentes indicadores de contaminação bacteriológica em resíduos sólidos são: Coliformes totais (CT), Coliformes fecais (CF) e *Streptococcus fecalis* (EF). Em termos de avaliação da contaminação bacteriológica, usualmente utiliza-se *Streptococcus fecalis* como organismos indicadores (BRITO, 2000), por se tratar de um microrganismo de maior tolerância aos fatores ambientais adversos: crescem em presença de sais biliares a temperaturas de 10 a 45 °C, e ainda se desenvolvem em concentrações de 6,5% de NaCl e um pH em torno de 9,0, toleram também valores mais altos de condutividade elétrica que os coliformes (CEBALLOS, 1995).

NÓBREGA (1991) estudou o resíduo sólido bruto (matéria orgânica) de Belo Horizonte (MG), onde foram feitas as análises de *Streptococcus fecalis* e foi constatado nível de contaminação de  $4 \times 10^5$  UFC/g. BRITO (2000) estudou a contaminação bacteriana do composto da Usina de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos da cidade Coimbra (MG), onde encontrou  $8 \times 10^5$  UFC/g de *Streptococcus fecalis*.

MERCEDES (1993) apresenta alguns resultados de indicadores de contaminação bacteriológica das cidades de Belo Horizonte (MG) e Viçosa (MG) (Tabela 2.5).

**Tabela 2.5 – Indicadores de contaminação bacteriológica dos resíduos sólidos de Belo Horizonte e Viçosa (MG)**

Componente	Belo Horizonte	Viçosa
<i>Streptococcus fecalis</i> (UFC/g)	$7 \times 10^8$	$3 \times 10^6$
Coliformes totais (UFC/g)	$2 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
<i>E. coli</i> (UFC/g)	-	$3 \times 10^7$

FONTE: adaptado de MERCEDES (1993).

Os indicadores de contaminação bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Cuiabá (MT), para os três grupos de indicadores (Coliformes Totais, Coliformes Fecais e *Streptococcus Fecais*) foi de  $1,1 \times 10^8$  NMP/g, (SMSU, 2001).

Na Tabela 2.6, apresentam-se alguns indicadores de contaminação bacteriológica encontrados em vários tipos de resíduos nos Estados Unidos da América do Norte.

**Tabela 2.6 – Indicadores de contaminação bacteriológica encontrados em vários tipos de resíduos sólidos nos Estados Unidos da América do Norte**

<b>Indicador de Contaminação</b>	<b>Lodo de Esgoto</b>	<b>Resíduos Hospitalares</b>	<b>Resíduos Municipais</b>
Coliformes Totais (NMP/g)	$2,8 \times 10^9$	$9,0 \times 10^8$	$7,7 \times 10^8$
Coliformes Fecais (NMP/g)	$2,4 \times 10^8$	$9,0 \times 10^8$	$4,7 \times 10^8$
<i>Streptococcus Fecais</i> (UFC/g)	$3,3 \times 10^7$	$8,6 \times 10^8$	$2,5 \times 10^9$

FONTE: PALMISANO & MORTON, 1996

Tabela 2.7 – Resultados numéricos de estudos da composição gravimétrica de RSU em várias cidades do Brasil

Referência	Cidade / ano	Matéria Orgânica (%)	Papel e Papelão (%)	Plásticos (%)	Diversos (%)	Metais (%)	Vidros (%)	Madeira/ Couro/ Borracha (%)	Trapos (%)
SENGES (1969)	Rio de Janeiro / RJ (1963)	68,18	20,75	0,41	0,62	3,50	1,67	2,03	2,84
AMORIM & AGUIAR (1979)	Distrito Federal (1978)	25,63	28,57	7,52	19,13 <sup>(1)</sup>	5,81	3,36	5,25	3,64
LINDEMBERG <i>et al.</i> (1981)	Curitiba / PR (1981)	30,90	19,90	5,80	33,10 <sup>(2)</sup>	3,60	3,40	1,40	2,90
BERRIÓS (1986)	Rio Claro / SP (1986)	62,80	15,20	5,50 <sup>(3)</sup>	7,90	3,50	2,10	2,00 <sup>(4)</sup>	2,20 <sup>(5)</sup>
GOMES (1989)	São Carlos / SP (1989)	56,70	21,30	8,50	1,30	5,40	1,40	2,30	3,40
AZEVEDO <i>et al.</i> (1991)	Juiz de Fora / MG (1990)	68,12	14,60	10,78	-	3,23	1,36	-	1,92
PESSIN <i>et al.</i> (1992)	Caxias do Sul / RS (1991)	53,40	21,00	8,90	1,00	5,40	2,60	1,10 <sup>(4)</sup>	6,60 <sup>(6)</sup>
ANDRADE (1992)	Manaus / AM (1992)	58,69	18,94	8,90	1,24	4,31	2,18	3,46	2,56
PORCEL <i>et al.</i> (1997)	Córdoba / Espanha (1993)	54,93	18,79	12,56	1,34	3,69	5,95	-	-
BAPTISTA (1993)	Vitória / ES (1993)	63,43	11,67	6,86	9,54 <sup>(7)</sup>	2,79	1,77	-	-
DALTRO FILHO <i>et al.</i> (1994)	Aracaju / SE (1994)	67,70	15,13	8,86	0,32	3,00	1,46	0,81	3,62
CINTRA (1995)	Belo Horizonte / MG (1995)	67,06	14,81	7,10	0,78	3,46	3,66	1,44	1,69
TAVARES <i>et al.</i> (1996)	Fortaleza / CE (1996)	47,51 <sup>(8)</sup>	14,56	10,69	14,49	3,92	2,15	3,55	3,45
UFAL (1997)	Maceió / AL (1997)	50,81	17,31	13,56	14,15	2,71	1,47	-	-
AZEVEDO <i>et al.</i> (1998)	Juiz de Fora / MG (1998)	69,36	8,75	7,18	7,82	2,48	2,63	0,18	1,61
PESSIN & SILVA (1998)	Caxias do Sul / RS (1995)	58,80	8,00	6,60	16,30	2,90	1,30	1,50	4,60
MERCEDES (1998)	Belo Horizonte / MG (1996)	67,51	11,41	11,71	0,83	2,64	2,50	1,06	2,27
GUALBERTO FILHO <i>et al.</i> (1998)	Cabedelo / PB (1997)	66,40	6,60	6,80	15,80	1,30	1,40	0,70 <sup>(4)</sup>	1,00 <sup>(6)</sup>
COSTA (1998)	Porto Alegre / RS (1997)	52,50	16,10	11,10	11,60	2,60	2,50	0,80 <sup>(9)</sup>	2,70
OLIVEIRA <i>et al.</i> (1998)	Botucatu / SP (1997)	74,11	8,43	8,37	1,35	3,85	1,99	-	1,84
ORTH & MOTTA (1998)	São Paulo / SP (1997)	49,50	18,80	22,90	0,20	2,80	1,50	1,90	2,40
FLÓRES NETO <i>et al.</i> (1999)	João Pessoa / PB (1998)	63,95	4,36	9,06	12,90	1,89	0,89	0,96	5,89
HENRIQUES (1999)	Vitória / ES (1996)	53,10	19,12	11,77	5,45	3,25	2,69	2,52	2,10
MESQUITA (1999)	Campina Grande / PB (1998)	54,40	9,30	11,90	18,00	2,30	2,20	-	1,80 <sup>(6)</sup>
LOPES & PINHEIRO (2000)	Natal / RN (1999)	40,92	12,22	12,05	25,40	2,48	1,34	1,49	4,10
FARIAS (2000)	Recife / PE (1997)	63,94	-	9,48	22,26 <sup>(10)</sup>	2,38	1,93	-	-
OLIVEIRA <i>et al.</i> (2000)	Salvador / BA (1999)	46,85	16,18	17,10	9,47	3,66	2,87	0,59 <sup>(4)</sup>	3,01 <sup>(5)</sup>
NAVAL & GONDIM (2001)	Palmas / TO (2000)	62,54	10,67	11,38	-	5,90	2,38	1,40	2,42

Nota: (1) agregado fino/agregado grosso. (2) agregado fino/agregado grosso/entulho/pedra. (3) plástico/borracha. (4) madeira. (5) trapos/couro. (6) trapos/couro/borracha. (7) rejeitos e (8) matéria orgânica + coco. (9) borracha/couro/madeira/louça e (10) papel/papelão, madeira, couro, borracha e trapos.

Tabela 2.8 – Resultados numéricos dos estudos da composição gravimétrica de RSU em várias cidades do nordeste brasileiro

Referência	Cidade / ano	Matéria Orgânica (%)	Papel e Papelão (%)	Plásticos (%)	Diversos (%)	Metais (%)	Vidros (%)	Madeira/ Couro/ Borracha (%)	Trapos (%)
DALTRO FILHO <i>et al.</i> (1994)	Aracaju / SE (1994)	67,70	15,13	8,86	0,32	3,00	1,46	0,81	3,62
TAVARES <i>et al.</i> (1996)	Fortaleza / CE (1996)	47,51 <sup>(1)</sup>	14,56	10,69	14,49	3,92	2,15	3,55	3,45
UFAL (1997)	Maceió / AL (1997)	50,81	17,31	13,56	14,15	2,71	1,47	-	-
GUALBERTO FILHO <i>et al.</i> (1998)	Cabedelo / PB (1997)	66,40	6,60	6,80	15,80	1,30	1,40	0,70 <sup>(2)</sup>	1,00 <sup>(3)</sup>
MESQUITA (1999)	Campina Grande / PB (1998)	54,40	9,30	11,90	18,00	2,30	2,20	-	1,80 <sup>(3)</sup>
LOPES & PINHEIRO (2000)	Natal / RN (1999)	40,92	12,22	12,05	25,40	2,48	1,34	1,49	4,10
FARIAS (2000)	Recife / PE (1997)	63,94	-	9,48	22,26 <sup>(5)</sup>	2,38	1,93	-	-
OLIVEIRA <i>et al.</i> (2000)	Salvador / BA (1999)	46,85	16,18	17,10	9,47	3,66	2,87	0,59 <sup>(4)</sup>	3,01 <sup>(4)</sup>
Média		54,82	13,03	11,30	14,99	2,72	1,85	1,43	2,83

Nota: (1) matéria orgânica + coco, (2) madeira, (3) papel/papelão, madeira, couro, borracha e trapos, (4) trapos/couro/borracha e (5) papel/papelão, madeira, couro, borracha e trapos.

Tabela 2.9 – Resultados de estudos de parâmetros físico e químico do percentual da matéria orgânica em várias cidades do Brasil

Referência	Cidade / ano	pH	Umidade (%)	Sólidos voláteis (%)	Sólidos fixos <sup>(6)</sup> (%)	Carbono orgânico total –COT (%)	Nitrogênio (%)
SÊNGES (1969)	Rio de Janeiro / RJ (1963)	-	54,00	-	-	-	-
AMORIM & AGUIAR (1979)	Distrito Federal (1978)	6,05	47,87	35,23	64,77	35,11	1,86
LINDEMBERG <i>et al.</i> (1981)	Curitiba / PR (1981)	-	64,20	77,80	22,20	38,60	1,15
TAVARES <i>et al.</i> (1996)	Fortaleza / CE (1996)	5,31	47,41	-	-	-	0,65
PESSIN <i>et al.</i> (1992)	Caxias do Sul / RS (1991)	5,60	65,50	72,30	27,70	-	-
ANDRADE (1992)	Manaus / AM (1992)	4,62	37,50	-	-	-	-
PORCEL <i>et al.</i> (1997)	Córdoba / Espanha (1993)	6,36	52,10	66,98	33,02	39,15	2,59
DALTRO FILHO <i>et al.</i> (1994)	Aracaju / SE (1994)	4,62	29,75	75,58	26,10	40,76	1,47
UFAL (1997)	Maceió / AL (1997)	5,66	48,57	-	-	-	-
PESSIN & SILVA (1998)	Caxias do Sul / RS (1995)	5,04 – 6,35	70,60	72,40	27,60	-	-
ORTH & MOTTA (1998)	São Paulo / SP (1997)	7,16	60,62	31,29	68,71	25,34	0,54
HENRIQUES (1999)	Vitória / ES (1996)	5,46	53,72	47,19	52,81	26,22	1,27
MESQUITA (1999)	Campina Grande / PB (1998)	4,93	65,80	77,80	34,20	41,40	0,81

<sup>(6)</sup> Percentual de Recicláveis Secos.

A Tabela 2.10 e a Figura 3.8 mostram que a composição gravimétrica dos **Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD)** da cidade de São Paulo (SP) vem sofrendo variações ao longo do tempo.

**Tabela 2.10 - Evolução da composição percentual média em peso dos RSD coletados na cidade de São Paulo (SP)**

Componentes	Percentagem Média Em Peso							
	1927	1957	1969	1976	1991	1996	1998	2000
Matéria orgânica	82,5	76,0	52,2	62,7	60,6	55,7	49,5	48,2
Papel e Assemelhados	13,4	16,7	29,2	21,4	13,9	16,6	18,8	16,4
Embalagem Longa Vida	-	-	-	-	-	-	-	0,9
Plásticos (Isopor, PET, Plástico Mole e Duro)	-	-	1,9	5,0	11,5	14,3	22,9	16,8
Metais Ferrosos	1,7	2,2	7,8	3,9	2,8	2,1	2,0	2,6
Metais Não Ferrosos (alumínio)	-	-	-	0,1	0,7	0,7	0,9	0,7
Trapos, Couros e Borrachas	1,5	2,7	3,8	2,9	4,4	5,7	3,0	*
Pilhas e Baterias	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Vidros	0,9	1,4	2,6	1,7	1,7	2,3	1,5	1,3
Terra e Pedras	-	-	-	0,7	0,8	-	0,2	1,6
Madeira	-	-	2,4	1,6	0,7	-	1,3	2,0
Diversos	-	0,1	-	-	1,7	2,6	-	9,3

FONTE: PMSP - Diário Oficial do Município, n.º 225, de 03/12/1992; (Revista Limpeza Pública, n.º 48, agosto 1998) Complementada e Atualizada para o Ano 2.000  
\* Trapos, couros e borrachas foram incluídos nos diversos.

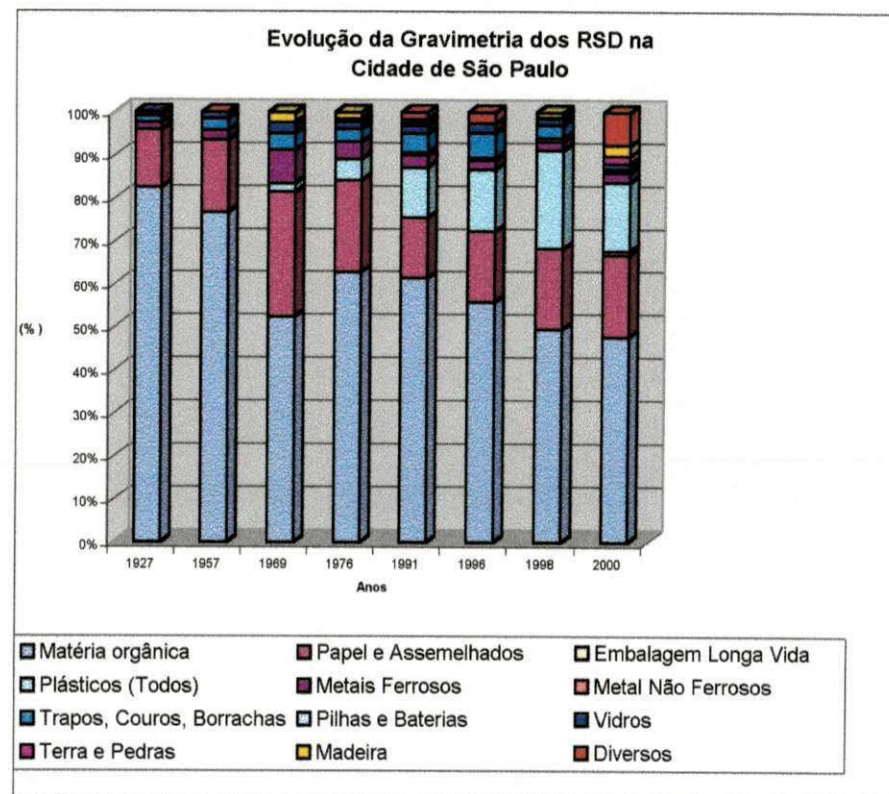


Figura 3.8 – Evolução dos resíduos sólidos urbanos na cidade de São Paulo (SP).

FONTE: BEZERRIL JÚNIOR (2001)

## Revisão Bibliográfica

A Tabela 2.11 mostra resultados da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade do Recife (PE) e a Tabela 2.12 reúne resultados referenciados para diversos países.

**Tabela 2.11. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em percentagem de alguns bairros da região metropolitana da cidade do Recife (PE)**

NÍVEL ECONÔMICO	BAIRROS	MATERIAIS (% do peso total)				
		Matéria Orgânica	Plásticos	Metais	Vidros	Outros
BAIXA RENDA	Alto José do Pinho	52,00	12,00	4,50	3,40	28,10
	Mangueira	62,30	9,10	2,60	0,60	25,40
	Santa Luiza (Torre)	55,10	7,60	6,60	0,50	30,20
MÉDIA RENDA	I.P.S.E.P.	59,30	13,47	1,83	0,96	24,44
	Inez Andreaza	77,00	8,10	2,80	5,20	6,90
ALTA RENDA	Casa Forte	65,30	6,10	1,00	5,00	22,50
	Boa Viagem 2	75,66	6,17	0,60	0,85	16,72
	Boa Viagem 1	72,78	14,00	1,89	2,00	9,340
ZONA COMERCIAL	Coelhos	59,90	7,00	0,30	0,80	32,10
	Afogados	60,10	11,30	1,70	0,00	26,90
VALOR MÉDIO		63,94	9,48	2,38	1,93	22,26

FONTE: FARIAS (2000)

**Tabela 2.12. Percentagem típica de resíduos sólidos urbanos em vários países**

PAÍSES (AUTORES)	MATERIAIS (% DO PESO TOTAL)						
	Ano	Papel ou Papelão (%)	Matéria Orgânica (%)	Plástico (%)	Vidro (%)	Metal (%)	Outros (%)
África do Sul <sup>(1)</sup>	-----	33,0	31,0	7,0	12,0	7,0	10,0
Áustria <sup>(1)</sup>	1986	33,2	22,3	6,8	9,7	3,8	24,2
Canadá <sup>(1)</sup>	1977	38,9	33,9	4,9	6,5	6,2	9,6
Dinamarca <sup>(1)</sup>	1980	34,0	30,3	6,0	6,0	8,0	16,0
Espanha <sup>(1)</sup>	1986	15,0	52,0	6,0	6,0	2,5	18,5
Estados Unidos <sup>(1)</sup>	1986	35,6	29,0	7,3	8,4	8,9	10,8
Finlândia <sup>(1)</sup>	1985	51,0	29,0	5,0	6,0	2,0	7,0
França <sup>(1)</sup>	1984	30,0	25,0	6,0	12,0	5,0	18,0
Holanda <sup>(1)</sup>	1987	24,2	52,4	7,1	7,2	3,2	5,9
Itália <sup>(1)</sup>	1979	22,3	42,1	7,2	7,1	3,0	18,3
Japão <sup>(2)</sup>	1983	31,1	22,2	15,5	13,8	6,4	10,6
Alemanha <sup>(1)</sup>	1983	20,8	28,3	7,7	10,4	3,9	28,9
Suécia <sup>(1)</sup>	-----	35-45	25-35	8-10	6-8	2-4	8-13
Suíça <sup>(1)</sup>	1983	20,8	33,0	13,4	8,7	5,9	18,2
Turquia <sup>(3)</sup>	1992	6,5	74,0	6,0	9,7	2,1	1,7
Reino Unido <sup>(1)</sup>	1980	33,9	23,4	4,2	14,4	7,1	17,0

FONTE: (1) GONZALES. (1995); (2) FRIEGE (1992) *apud* HEITZAMANN (1999); (3) CURRI (1996) *apud* HEITZAMANN (1999), citados por FARIAS (2000).

**Capítulo 3**  
**Material e Métodos**



## MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Caracterização Física do Município de João Pessoa (PB).

#### 3.1.1. Localização do Município

O município de João Pessoa, no estado da Paraíba, está localizado na porção extrema oriental do continente americano, entre  $7^{\circ}6'54''$  de latitude sul e  $34^{\circ}51'47''$  de longitude oeste. Limita-se ao norte com o município de Cabedelo através do Rio Jaguaribe, ao sul com o município do Conde pelo Rio Gramame, ao leste pelo Oceano Atlântico, a oeste com o município de Bayeux pelo Rio Sanhauá e a sudeste e noroeste com o município de Santa Rita pelos Rio Mumbaba e Paraíba respectivamente.

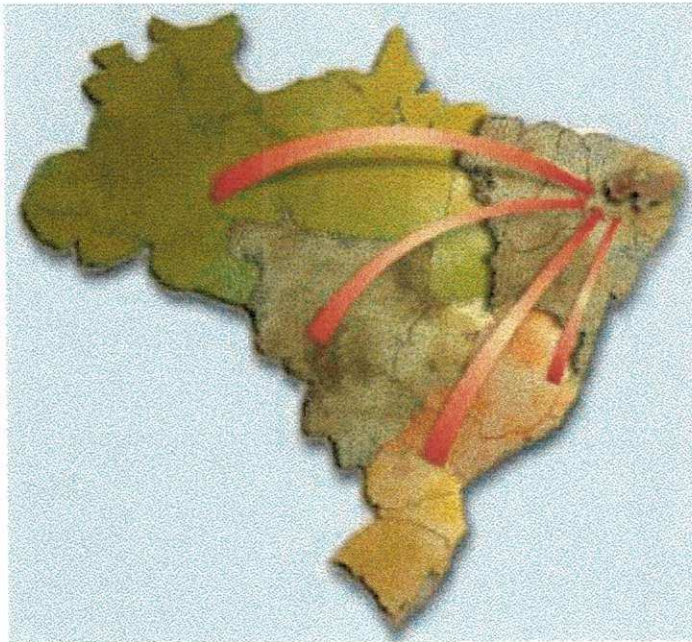


Figura 3.1. Localização do Estado da Paraíba  
FONTE: PBTUR, 2001.

Possui atualmente 595.429 habitantes (IBGE/2000), ocupa uma área total de  $210,80\text{km}^2$ , dos quais  $189,0\text{km}^2$  correspondem ao perímetro urbano (0,3% da superfície do Estado), com uma densidade demográfica de  $2824,62\text{hab./km}^2$ . É a terceira cidade mais antiga do Brasil, com 416 anos.

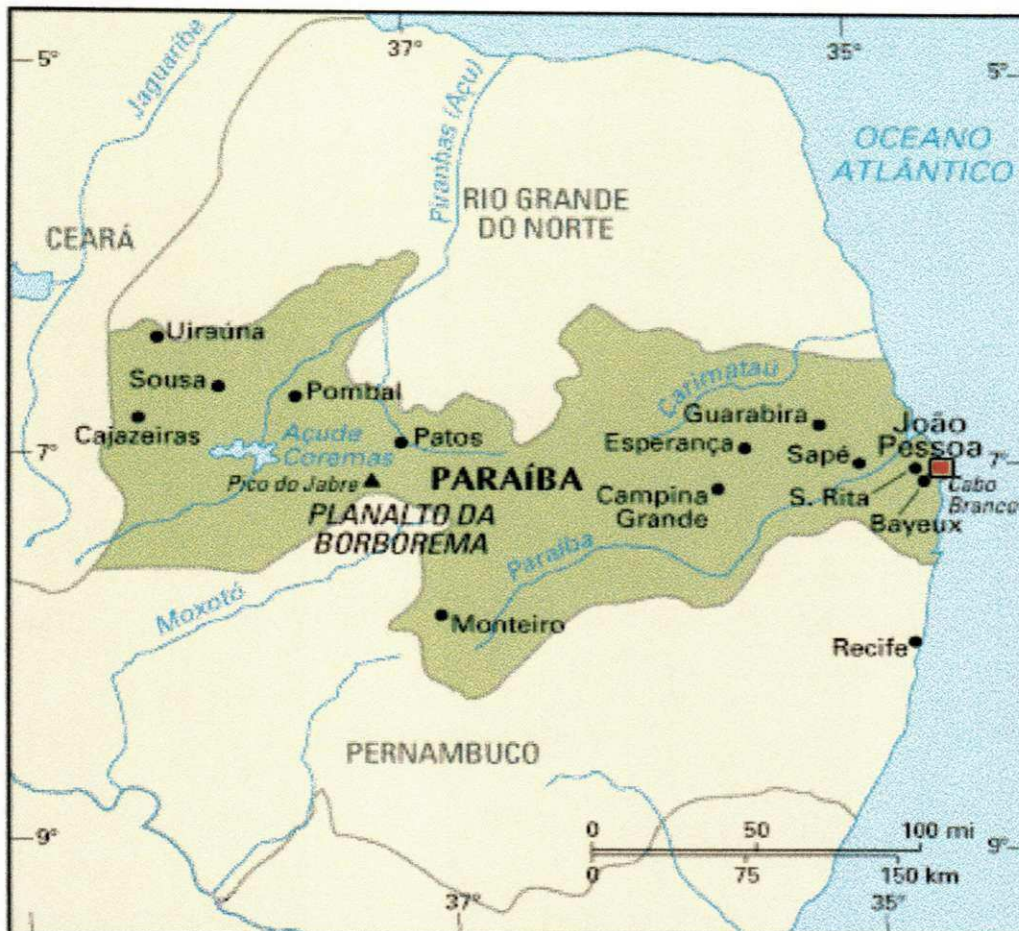


Figura 3.2. Localização do município de João Pessoa (PB). (Fonte: Guia Internet Brasil, 2001)

A altitude média em relação ao nível do mar é de 37m, com a máxima de 74m nas proximidades do rio Mumbaba. A cota máxima em relação ao nível do mar é de 74 metros, predominando em seu sítio urbano, terrenos planos com cotas da ordem de 10 metros.

João Pessoa enquadra-se entre as áreas inter-tropicais quentes e úmidas, que acusam chuvas abundantes no inverno e escassas no verão. Possui temperatura amena, onde a isotérmica característica é de 26°C. Normalmente a amplitude térmica anual é de 11° C, enquanto a amplitude térmica mensal é de 8°C (NÓBREGA *et al.*, 2000). A umidade relativa constitui-se em um dos elementos mais expressivos acerca do clima da cidade, apresentando-se sempre elevada, com valores nunca inferiores a 74% e geralmente em torno de 80%, principalmente no período de abril a agosto.

O principal curso de água é o rio Paraíba. Da maior importância são também os rios Marés, Sanhauá, Jaguaribe e Mumbaba-Gramame que são os grandes provedores de água para o abastecimento da cidade (NÓBREGA *et al.*, 2000).

Com o processo da evolução urbana, deu-se uma expansão na direção leste, ao encontro da região litorânea, de maneira que, atualmente, a cidade apresenta esquematicamente um sítio urbano diversificado, em sopé de encostas, tabuleiro e planície costeira (NÓBREGA *et al.*, 2000).

### 3.1.2. Aglomerado Urbano

Apesar da inexistência oficial da Região ou Área Metropolitana de João Pessoa, os estudos realizados para criação da Área demonstraram que deveriam envolver sete municípios, sendo quatro deles (Bayeux, Cabedelo, João Pessoa e Santa Rita) conurbados. Dos três restantes, Lucena está ligado por “ferry-boat” à Cabedelo e a Santa Rita através da BR 101/PB 025, Cruz do Espírito Santo está ligado a Santa Rita pela rodovia PB 004 e o município do Conde a João Pessoa pelas rodovias BR 230 / PB 018 e pela PB 008.

Os municípios têm uma área aproximada de 1.480km<sup>2</sup> e 880 mil habitantes. A população de João Pessoa corresponde a cerca de 68% da população do aglomerado e com apenas 14% de toda área. Na Tabela 3.1 são apresentados os dados populacionais das cidades pertencentes ao aglomerado urbano da grande João Pessoa (PB).

**Tabela 3.1. Aglomerado urbano da grande João Pessoa/PB.**

RESULTADOS	ÁREA		POPULAÇÃO				TAXA DE URBANIZAÇÃO (%)	DENSIDADE POPULACIONAL ( hab/km <sup>2</sup> )
	(km <sup>2</sup> )	(%)	URBANA	RURAL	TOTAL	(%)		
BAYEUX	27,5	1,86	87174	124	87298	9,91	99,86	3174
C.RUZ DO ESPÍRITO SANTO	189,3	12,77	5882	8191	14073	1,60	41,80	74
CABEDELLO	31,4	2,12	42789	0	42789	4,86	100,00	1363
CONDE	164,8	11,12	10266	6150	16416	1,86	62,54	100
JOÃO PESSOA	210,8	14,22	595429	0	595429	67,59	100,00	2825
LUCENA	92,4	6,24	7754	1640	9394	1,07	82,54	102
STA. RITA	765,6	51,67	100259	15278	115537	13,11	86,78	151
TOTAL	1481,8	100,00	849553	31383	880936	100,00		

FONTE: IBGE /2000

### 3.1.2. Área Objeto de Estudo

Neste trabalho, pesquisa a área objeto de estudo foi constituída pelos bairros de Tambaú, Manaíra, Bairro dos Estados, Centro, Cruz das Armas e Mangabeira. Na

Figura 3.3 apresenta-se o mapa da cidade de João Pessoa, destacando-se os bairros estudados.

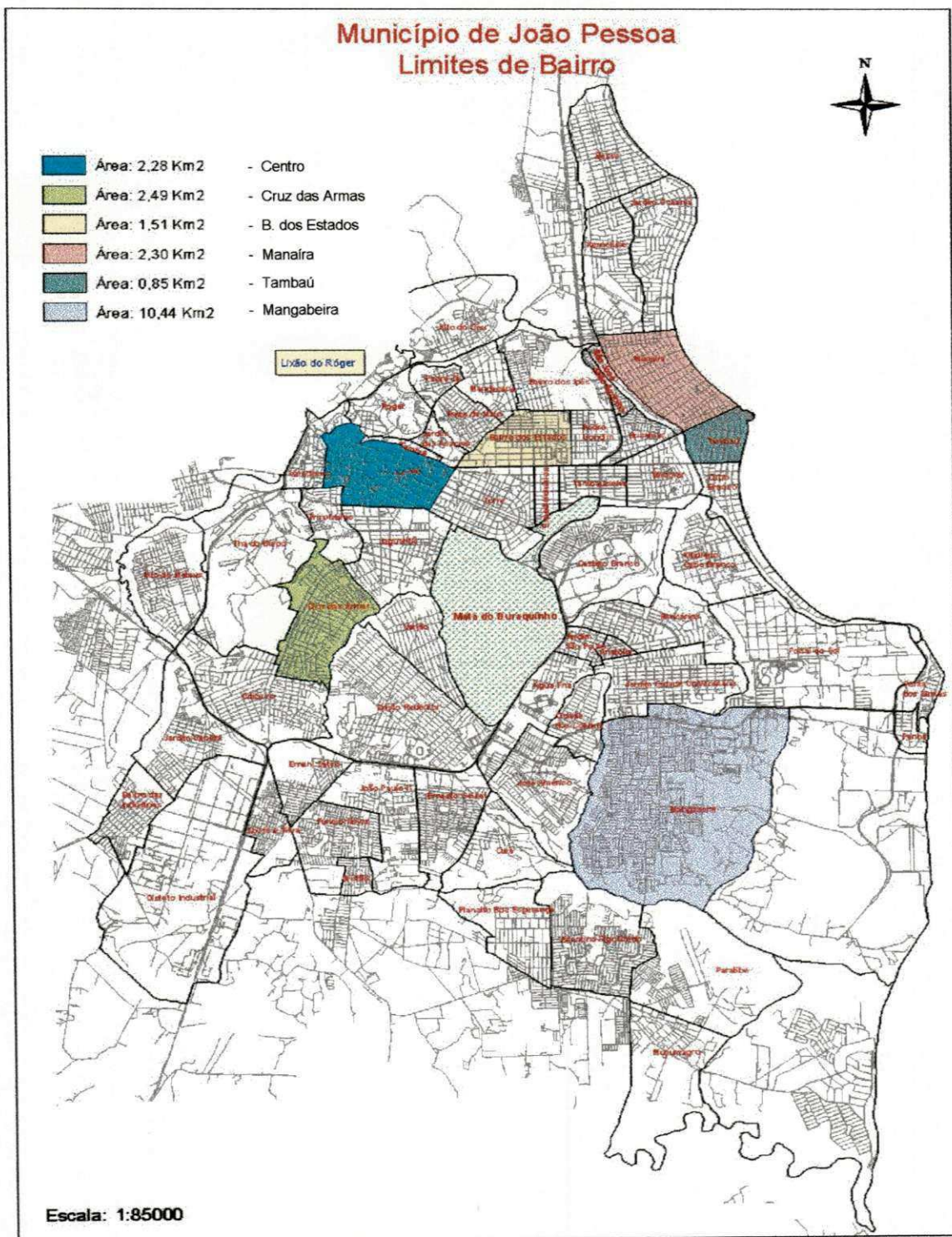


Figura 3.3. Mapa da cidade de João Pessoa (PB) (FONTE: SEPLAN/PMJP, 2001).

### **3.2 – Metodologia Empregada: Algumas Considerações**

Devido à inexistência de Normas Técnicas para padronização do estudo da composição gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos, optou-se nesta pesquisa pela utilização de uma adaptação da metodologia aplicada por GOMES (1989), para caracterizar os resíduos sólidos urbanos gerados na cidade de São Carlos (SP).

Para o estudo da composição gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade João Pessoa foram escolhidas várias amostragens dos resíduos gerados em classes sócio-econômicas distintas a partir de vários bairros, durante o período de 19 de fevereiro à 05 de setembro de 2001, que envolveu o período de férias e onde existem as principais alterações climáticas na cidade. Foi estabelecido um cronograma de amostragem para análises física, química e bacteriológica da fração orgânica putrescível do resíduo sólido urbano. O estudo do grau de composição bacteriológica foi devido à necessidade de obtenção de parâmetros microbiológicos do resíduo sólido urbano, tendo como sido utilizado a metodologia desenvolvida por Remigio (2001).

Todo o trabalho de caracterização dos resíduos sólidos foi realizado em base úmida, tendo em vista a necessidade de se fazer comparações com estudos de caracterização de resíduos sólidos urbanos realizados em outras cidades do Brasil.

Para realizar este trabalho, foi necessário viabilizar recursos humanos, materiais e equipamentos. Estes foram disponibilizados pela EMLUR, UFPB/CCT/DEC/AESA e UFPB/CCT/DEC/EXTRABES, principalmente no que se refere às análises físicas, químicas e bacteriológicas.

### **3.3. – Etapas da Pesquisa**

O estudo da gravimetria dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa/PB foi desenvolvido dentro nas dependências do lixão do Róger (Figura 3.4), em uma área com cerca de 500m<sup>2</sup>, local previamente separado para este fim.



Figura 3.4. Vista aérea do lixão do Róger.

FONTE: EMLUR, 2000.

Para o desenvolvimento da pesquisa foram estabelecidas as seguintes etapas seqüenciais:

**3.3.1. Coleta de dados preliminares** – Os dados preliminares são as informações necessárias que definiram o universo da pesquisa, para que pudesse representar de forma significativa a cidade de João Pessoa. Para tanto, seguiu-se as etapas abaixo descritas:

3.3.1.1. Levantamento dos padrões sócio-econômicos das populações dos bairros escolhidos.

3.3.1.2. Avaliação dos setores de coleta de resíduo sólido urbano desenvolvidos pela EMLUR (Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana), responsável pelos serviços de limpeza urbana no município de João Pessoa.

3.3.1.3. Definição das rotas (Anexo I) e horários (Tabela 4.1) utilizados na coleta das amostras de resíduo sólido urbano da pesquisa.

3.3.1.4. Definição do tamanho das amostras.

### **3.3.2. Método de amostragem empregado**

3.3.2.1. Coleta de amostras através do caminhão coletor de resíduo sólido urbano.

3.3.2.2. Pesagem das amostras de resíduo sólido urbano (Figura 3.5).



Figura 3.5. Pesagem do caminhão de coleta de resíduo sólido urbano.

FONTE: ACERVO PESSOAL, 2000.

3.3.2.3. Homogeneização das amostras de resíduo sólido urbano (Figura 3.6).



Figura 3.6. Homogeneização da amostra de resíduo sólido urbano.

FONTE: ACERVO PESSOAL, 2000.

3.3.2.4. Determinação do peso específico aparente dos resíduos sólidos urbanos.

3.3.2.5. Amostragem para determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos.

3.3.2.6. Amostragem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para determinação das análises física, química e bacteriológica (Figura 3.7).



Figura 3.7. Coleta de amostra da fração orgânica putrescível de resíduo sólido urbano.

FONTE: ACERVO PESSOAL, 2000.

### **3.3.3. Análises laboratoriais**

Após o processo de homogeneização e quarteamento da massa de resíduo sólido urbano contida no caminhão compactador, foram retirados aproximadamente 2kg de matéria orgânica putrescível para determinação da composição física, química e bacteriológica em laboratório.

### **3.3.4. Tratamento dos dados**

3.3.4.1. Estimativa da taxa de geração “*per capita*”.

3.3.4.2. Análises estatística

a) Média

b) Desvio padrão.



### 3.4 – Desenvolvimento da Pesquisa

#### 3.4.1 – Recursos Humanos, Materiais e Equipamentos Utilizados na Pesquisa

Na Tabela 3.2 encontram-se os recursos humanos, materiais e equipamentos disponibilizados pela EMLUR para os trabalhos de campo durante o desenvolvimento do estudo em questão.

**Tabela 3.2. Recursos humanos, materiais e equipamentos disponibilizados pela EMLUR para os trabalhos de campo**

<b>Recursos Humanos</b>	<b>Materiais</b>	<b>Equipamentos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipe fixa de catadores, composta por quatro agentes de limpeza.</li> </ul>	Baldes plásticos com capacidade entre 37,5 a 85 litros.	Caminhões compactadores que prestam serviços de coleta de resíduo sólido urbano.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Apontador para pesagem e anotação de dados.</li> </ul>	Barraca plástica.	Retroescavadeira ou pá mecânica.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Técnicos para acompanhamento do estudo.</li> </ul>	Mesa para apoio da balança.	Balança rodoviária, com capacidade de 40 toneladas.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Motoristas para encaminhar as amostras aos laboratórios de análises.</li> </ul>	Vassouras, pás quadradas, casqueadores, luvas, máscaras descartáveis e carro-de-mão.	Balança do tipo plataforma, marca WINCLY, com capacidade de carga de até 150 kg e precisão de 0,01kg.
	Lona, tipo encerado rodoviário.	

#### 3.4.1.2 – Materiais e Equipamentos Utilizados nas Análises Físicas, Químicas e Bacteriológicas

As análises físicas, químicas e bacteriológicas foram realizadas pelas equipes de funcionários e estagiários dos laboratórios de Saneamento da UFPB/CCT/DEC/AESA e da UFPB/CCT/DEC/EXTRABES.

### 3.5 – Levantamento dos Bairros de Acordo com os Padrões Sócio-Econômicos e Distribuição da População.

Para a realização das atividades de campo, foram escolhidos os bairros que melhor representam os padrões sócio-econômicos e a distribuição da população do município de João Pessoa. Essa escolha foi feita em comum acordo com a direção da

EMLUR e de discussão com técnicos do IBGE, tendo em vista a falta de estudo mais completo realizado pelo referido órgão, que caracterizasse os diversos bairros da cidade, pois até a realização do último censo a delimitação dos diversos bairros ainda não tinha sido definida.

### **3.6. Determinação da Taxa de Produção *per capita***

A determinação da taxa de produção *per capita* dos resíduos sólidos urbanos nos diferentes trechos estudados foi realizada entre 19 de fevereiro a 22 de junho de 2001. Para a determinação da taxa de produção *per capita* foi estabelecida a seqüência de operações mostrada na Figura 3.8.

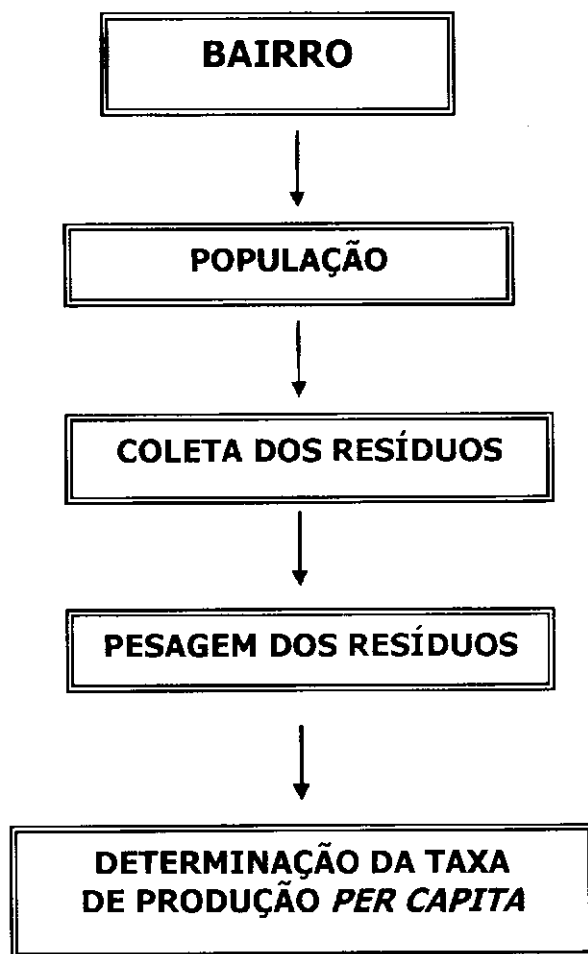


Figura 3.8. Esquema para determinação da taxa de produção *per capita* dos resíduos sólidos urbanos.

FONTE: Modificado de MESQUITA (1999).

O cálculo da taxa de produção foi feita através da Equação 3.1:

$$\text{TPP (kg . hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}) = \frac{W_r}{\text{Pop} \times t} \quad (3.1)$$

Onde:

TPP = taxa de produção *per capita*

Wr = peso dos resíduos sólidos (kg)

t = tempo equivalente (hab x dia)

Pop = população

### **3.7 – Determinação da Composição Gravimétrica**

#### **3.7.1 – Cuidados Observados para Determinar a Composição Gravimétrica**

Para garantir a representatividade e a integridade das amostras adotaram-se os seguintes procedimentos:

- Identificação dos veículos coletores;
- Utilização do mesmo veículo coletor e respectiva rota, no mesmo horário;
- Coleta de amostras dentro do universo dos bairros escolhidos para pesquisa;
- Utilização da mesma equipe, na execução dos trabalhos de triagem, separação e pesagem dos diversos componentes analisados, com supervisão do pesquisador e/ou técnico designado pela direção da EMLUR;
- Realização das amostragens, preferencialmente, nas mesmas frequências (dias e horários), com exceção dos feriados e dias bastante chuvosos, para evitar as variações na produção do resíduo sólido (BERRÍOS, 1986);
- Cancelamento da caracterização gravimétrica nos dias chuvosos para evitar alterações na sua composição percentual, devido ao acúmulo de água de chuva;
- Utilização de planilhas (Anexo II) para anotação dos dados de campo e anotação do peso de cada componente, após a separação.

### **3.7.2 – Coleta de Amostras**

Para a obtenção de resultados das amostras representativas, foram coletados por cada bairro, 12 (doze) amostras para a caracterização gravimétrica, em cada um dos 06 (seis) bairros escolhidos. Dentre as 12 (doze) amostragens escolhidas para cada bairros foram escolhidas 03 (três) amostras para a realização das análises físicas e químicas e bacteriológicas.

A coleta de cada amostra era iniciada com a identificação do veículo coletor em relação ao setor previamente definido. Em seguida anotava-se na planilha de campo os dados referentes ao seu número de ordem e placa e o dia da coleta.

Após coleta de todos os resíduos sólidos urbanos do setor, o veículo dirigia-se ao lixão do Róger. Neste, o veículo coletor era pesado em balança rodoviária tanto na entrada como na saída. Para determinação do peso da amostra era notado na planilha seu peso bruto (Anexo II), como também o peso do conjunto coletor (chassis + equipamento compactador) para determinação do peso da amostra.

### **3.7.3 – Tratamento das Amostras**

O conteúdo do caminhão foi descarregado na área previamente definida no lixão do Róger, homogeneizado pela pá mecânica ou pela retroescavadeira disponibilizada pela EMLUR, e fracionado em quatro partes aproximadamente iguais. Em seguida, a mesma pá mecânica ou retroescavadeira descartava aleatoriamente três destas partes e, realizava a mesma homogeneização na parte restante. O mesmo procedimento foi repetido mais duas vezes até restar uma amostra final de aproximadamente 400Kg (Figura 3.9).

A amostra utilizada para determinação da composição percentual em peso dos resíduos sólidos urbanos foi formada com a parte resultante do segundo quartamento. Essa quantidade de amostra foi representativa do veículo coletor e é suficiente para determinação da composição gravimétrica do resíduo sólido, porque dela poderiam resultar valores com precisão equivalente a de amostras maiores (Figura 3.10).



Figura 3.9. Triagem dos componentes do resíduo sólido urbano.

FONTE: ACERVO PESSOAL, 2000.

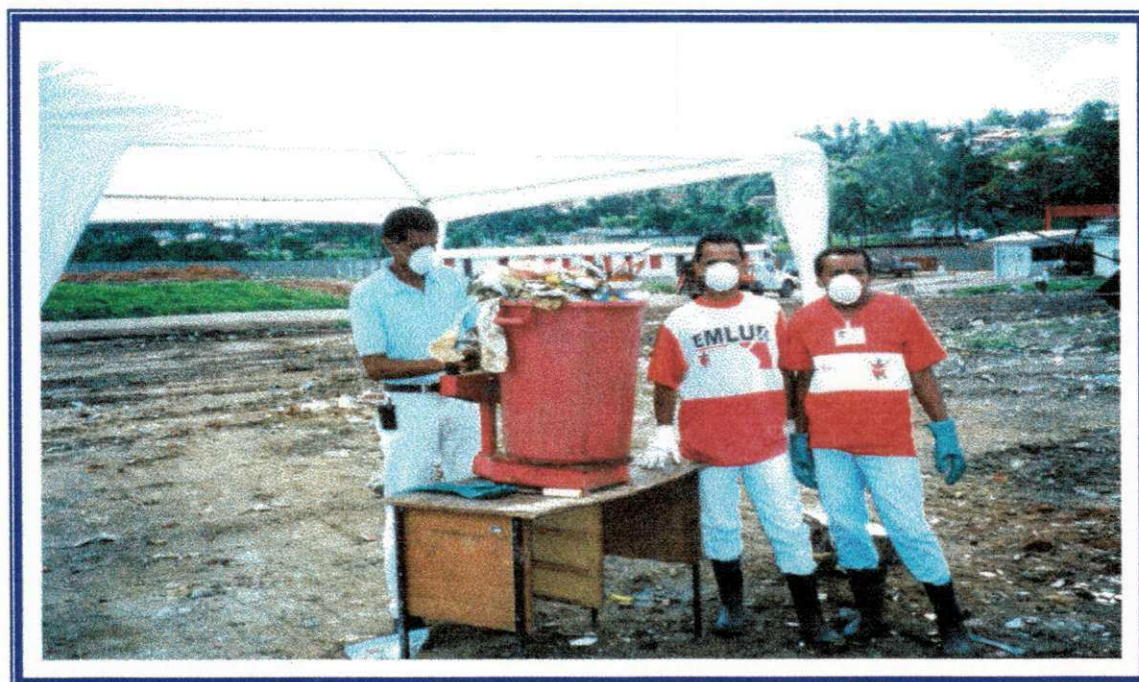


Figura 3.10. Pesagem dos componentes do resíduo sólido urbano.

FONTE: ACERVO PESSOAL, 2000.

Um fluxograma da técnica de amostragem proposta por GOMES (1989) foi adaptado para este trabalho e é apresentado na Figura 3.11.

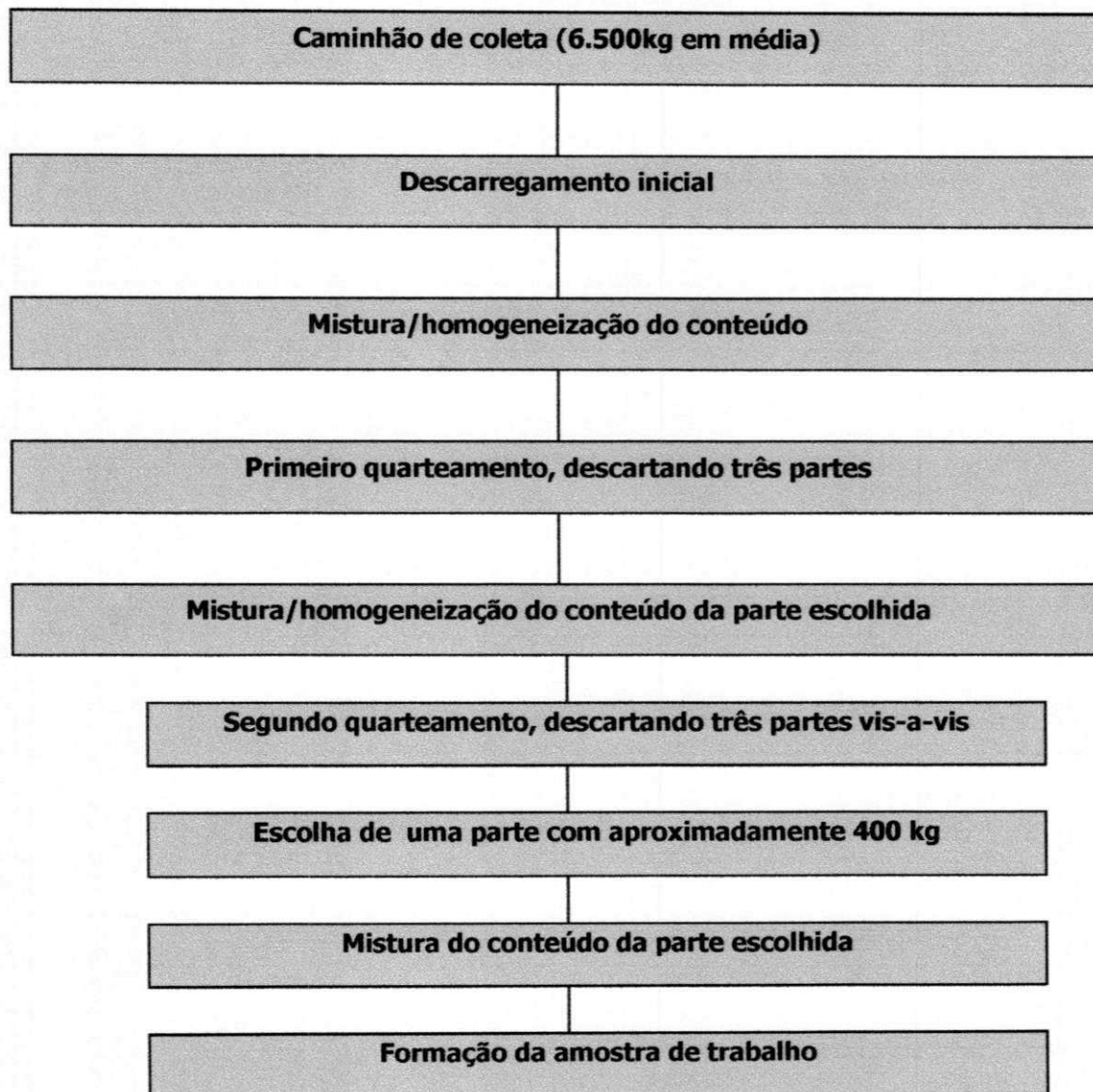


Figura 3.11. Fluxograma do quarteamento da amostra de resíduo sólido urbano.

Fonte: Adaptado de GOMES (1989).

A Figura 3.12 mostra um esquema de preparação das amostras tanto para a gravimetria como para as análises laboratoriais.

## Esquema da Preparação das Amostras para Gravimetria e Análises Laboratoriais

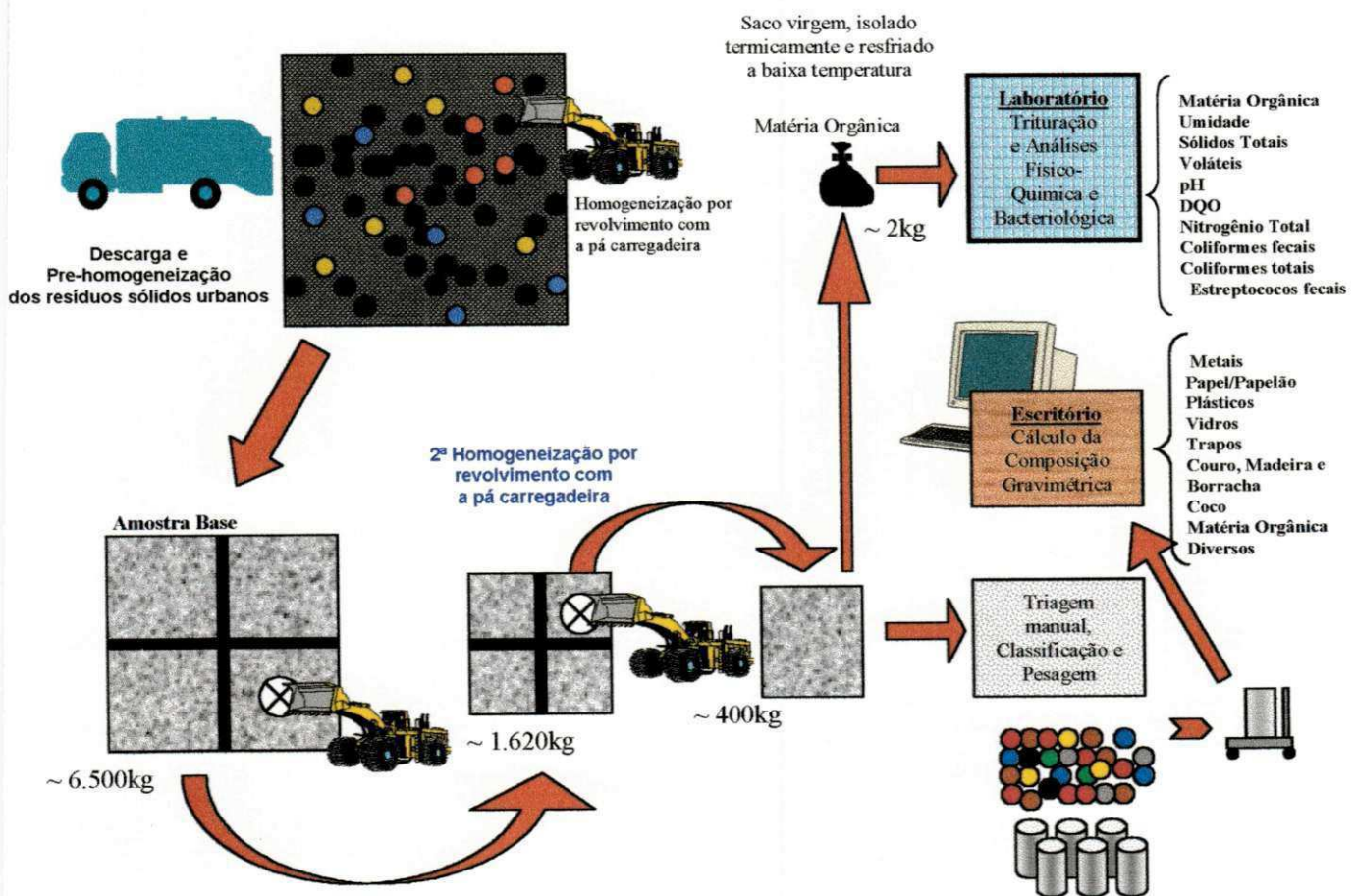


Figura 3.12. Esquema da preparação das amostras para gravimetria e análises laboratoriais

Fonte: Adaptado de Bezerril Júnior (2001).

### **3.7.4 – Determinação da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos**

Para se determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos, cada amostra de resíduo sólido com aproximadamente 400kg foi espalhada, individualmente, em uma lona aberta, tipo encerado rodoviário, onde foi realizada a sua separação manual em nove componentes, pelos agentes de limpeza da EMLUR e supervisionado pelo pesquisador. Esses nove componentes foram:

1. Metais (metais ferrosos e não ferrosos: latas em geral, arames, tampas de garrafas de bebidas e outras embalagens metálicas);
2. Papel/Papelão (papel de embrulho, caixas de papelão, filtros de café; jornais, revistas, etc.);
3. Plásticos (plásticos mole e duro);
4. Vidros (embalagens de vidro, garrafas, pedaços de materiais vitrificados);
5. Trapos (panos, tecidos e fios);
6. Couro/Madeira/Borracha (são formados por gravetos, pedaços de couro, pedaços de borracha, etc.);
7. Diversos (fraldas descartáveis, papel higiênico, absorventes, embalagens aluminizadas, embalagens TETRA-PACK, e resíduos que não se enquadram nos demais grupos);
8. Coco;
9. Matéria Orgânica: restos de alimentos, folhas e cascas de vegetais, frutas e outros materiais orgânicos que apareçam na massa de resíduo sólido).

Após realizada a separação dos resíduos sólidos urbanos, cada grupo foi pesado isoladamente na balança tipo plataforma. Antes da pesagem, a balança foi inspecionada e tarada. Os resultados obtidos foram anotados em planilha (Anexo II) e em seguida era calculada a porcentagem de cada componente em relação ao peso total da amostra classificada.



### 3.8 – Determinação do Peso Específico Aparente dos Resíduos Sólidos Urbanos

O peso específico aparente médio dos resíduos sólidos urbanos foi determinado numa área previamente definida no Lixão do Róger, após a descarga de cada veículo coletor e feita a primeira homogeneização. Após pesagem consecutiva de dois tambores plásticos vazios, com capacidade para 85 litros cada (*foi o de maior volume encontrado no comércio*), encheram-se os mesmos com os resíduos, realizando-se então, uma nova pesagem. Através da diferença das duas pesagens obteve-se a massa de resíduo sólido contida em 85 litros, para tanto foi o peso do resíduo solto. O peso específico aparente médio foi calculado utilizando-se a Equação 3.2 e umidade através da 3.3:

$$\text{Peso específico aparente (kgf/m}^3\text{)} = \frac{P_1 - P_0}{V} \quad (3.2)$$

Onde:

$P_0$  = peso do balde vazio (kg)

$P$  = peso do balde cheio (kg)

$V$  = volume do balde ( $\text{m}^3$ )

Umidade:

$$\gamma_s = \frac{\gamma_h}{1 + h} \quad (3.3)$$

Onde:

$\gamma_h$  e  $\gamma_s$  são os pesos específicos úmidos e secos respectivamente, e  $h$  é umidade.

### 3.9 – Amostragem da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos para Análises Laboratoriais

Após a descarga de cada veículo coletor e feita a primeira homogeneização e uma amostra fragmentada, de aproximadamente 2kg, foi retirada de vários lugares da pilha de RSU. Essa amostra foi encaminhada em seguida ao laboratório, para realização das análises físicas, químicas e bacteriológicas, com o cuidado de mantê-la resfriada a uma temperatura média de 4°C, conforme proposto por LIMA (1995).

**3.9.1 – Determinação da Composição Física, Química e Bacteriológica do Componente Matéria Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos**

As análises de teor de umidade, sólidos totais voláteis, sólidos totais fixos, pH e Demanda Química de Oxigênio (DQO) foram realizadas no Laboratório de Saneamento da UFPB/CCT/DEC/AESA. O carbono orgânico total e nitrogênio total no Laboratório da UEPB/CCT/DEC/EXTRABES. Os parâmetros monitorados e os métodos utilizados estão descritos na Tabela 3.4.

**TABELA 3.3. Parâmetros e métodos utilizados na análises física e química da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Métodos (APHA, 1995)</b>
pH	Potenciométrico
Teor de Umidade	Gravimétrico
Sólidos Totais Voláteis	Gravimétrico
Sólidos Totais Fixos	Gravimétrico
Demanda Química de Oxigênio	Refluxo Fechado de Dicromato
Nitrogênio Total Kjeldahl	Micro Kjeldahl
Fósforo Total	Espectrofotométrico

As Equações 3.4. a 3.7 foram utilizadas na determinação de alguns parâmetros:

$$\text{Teor de Umidade (\%)} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \quad (\text{Em base úmida}) \quad (3.4)$$

Onde: P<sub>1</sub>: peso inicial da amostra

P<sub>2</sub>: peso final da amostra

$$\text{Teor de Sólidos Totais Voláteis (\%)} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \quad (3.5)$$

Onde: P<sub>1</sub>: peso inicial da amostra

P<sub>2</sub>: peso final da amostra

$$\text{STF} = 100\% - \text{STV}. \quad (3.6)$$

$$\text{COT} = \text{STV}/1,8 \quad (3.7)$$

Onde: STF: teor de sólidos totais fixos

STV: teor de sólidos totais voláteis

COT: teor de carbono orgânico total

1,8: fator de correlação constante

### **3.9.2 – Análises Bacteriológicas do Componente Matéria Orgânica Putrescível dos Resíduos sólidos urbanos**

#### **3.9.2.1 - Coliformes Totais e Fecais**

Foram quantificados através da técnica de tubos múltiplos (NMP). Para isso fez-se a diluição prévia das amostras, utilizando-se tubos estéreis: 25g do material homogeneizado recebeu 225ml de líquido de diluição. Esta mistura representava a diluição  $10^{-1}$ , e a partir dela se realizaram as seguintes diluições seriadas decimais  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  até  $10^{-6}$ .

Na determinação de coliformes totais utilizou-se Caldo Lactosado (DIFCO) na fase presuntiva incubado à  $37^{\circ}\text{C}$  – 24/48 h e o Caldo Verde Brilhante Bilis 2% (DIFCO) a  $37^{\circ}\text{C}$ , na fase confirmativa de coliformes totais. O Caldo E.C – MUG (DIFCO) incubado à  $44,5^{\circ}\text{C}$  – 24 h foi usado para o teste confirmativo de coliformes fecais e *Escherichia coli*. As técnicas seguiram as recomendações APHA (1998). A leitura do EC-MUG foi feita sob luz UV ( $\lambda = 366 \text{ nm}$ ), permitindo-se assim quantificar *Escherichia coli*.

#### **3.9.2.2 - Estreptococos Fecais**

Os estreptococos foram utilizados como indicadores de microorganismos patogênicos, pois segundo PEREIRA NETO (1988), estes são encontrados em altas concentrações no resíduo sólido urbano, apresentando maior resistência que os coliformes às condições adversas da leira. Além do mais são utilizados há muitos anos como indicadores de contaminação fecal pela engenharia sanitária. As análises foram feitas seguindo a técnica da membrana filtrante (KENNER *et al.*, 1961), utilizando o meio m-Enterococcus Agar (DIFCO) com incubação a  $37^{\circ}\text{C}$  – 48 h (APHA, 1995). Foram feitas diluições desde  $10^{-1}$  até  $10^{-6}$ .

Para quantificação final, foram escolhidas as placas contendo entre 15 e 80 colônias. Após a contagem das colônias foi realizado o cálculo para a quantificação dos estreptococos fecais, tomando-se como massa referencial 1g de amostra.

**Capítulo 4**  
**Apresentação e Discussão dos Resultados**

## **APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1. Sistema de Limpeza Urbana da Cidade de João Pessoa**

A limpeza urbana na cidade de João Pessoa é de responsabilidade da EMLUR – Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana, pertencente a Prefeitura Municipal. A EMLUR dispõe um quadro de pessoal técnico-operacional imbuído no propósito de oferecer sempre os melhores serviços de limpeza urbana. Os serviços de coleta de resíduos sólidos e operação do lixão do Róger é realizado por uma empresa terceirizada prestadora de serviço, a LIMP FORT ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA.

Segundo pesquisas realizadas pelo poder público periodicamente junto à população pessoense, foi constatado que serviços de limpeza urbana como: coleta, varrição e congêneres são executados de forma satisfatória. Entretanto, no que diz respeito a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, é agravada pela forma totalmente inadequada de disposição. Estes são depositados, há cerca de 40 anos, no lixão do Róger, área de mangue de 17ha, no bairro do Varadouro, próximo ao centro da cidade, causando impactos ambientais como poluição da água, ar, solo e proliferação de micro e macro vetores, responsáveis pela transmissão de inúmeras doenças às pessoas que lá trabalham, como: amebíases, leptospirose, febre tifóide, febre paratifóide, entre outras. Considera-se atendido todo o município pelos serviços de coleta, varrição e congêneres, e pode-se constatar que, sem analisar a qualidade e regularidade destes serviços a EMLUR atende cerca de 94% da malha urbana da cidade.

O setor de limpeza urbana tem base legal no Decreto Lei 3.316/97, de 03 de novembro de 1997, do prefeito municipal, intitulado Regulamento de Limpeza Urbana do Município de João Pessoa.

#### **4.1.1. Coleta**

A coleta de resíduos sólidos na área de abrangência da EMLUR é executada de forma ordenada nas seguintes modalidades:

- ◆ coleta de resíduo sólido domiciliar/comercial regular;

- ◆ coleta de resíduo sólido da construção civil (entulhos);
- ◆ coleta de resíduo sólido resultante de poda de árvores;
- ◆ coleta de resíduo sólido diversificado;
- ◆ coleta de resíduos sólidos provenientes dos serviços de raspagem e capinação manual;
- ◆ coleta de resíduos sólidos de serviços de saúde.

#### **4.1.1.1. Coleta de Resíduo Sólido Urbano**

A coleta de resíduo sólido urbano é dividida em quatro (4) setores:

- ◆ **Zona Geradora de Resíduo A:** Centro, Varadouro, Cordão Encarnado, Baixo Róger, Alto Róger, Tambiá, Porto do Capim, Distrito Mecânico, Renascer, Ilha do Bispo, Bairro São José, Padre Zé, Jardim Treze de Maio, Jardim Marizópolis, Jardim Ester, Mandacaru, Bairro dos Ipês, Bairro dos Estados, Brisa Mar, Jardim Luna, Conjunto João Agripino, Verdes Mares.
- ◆ **Zona Geradora de Resíduo B:** Bessa, Cabo Branco, Altiplano, Miramar, Jaguaribe, Cristo Redentor, Rangel, Tambauzinho, Expedicionários, Manaíra, Tambaú, Homero Leal, INOCOOP, Praia do Seixas, Praia da Penha.
- ◆ **Zona Geradora de Resíduo C:** Geisel, Paratibe, Nova República, Valentina I e II, Monsenhor Magno, Sonho Meu, Loteamento Planalto da Boa Esperança, Praia do Sol, Barra de Gramame, Mangabeira I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII, Castelo Branco I, II e III, Bancários, Anatólia, Conjunto dos Professores, Cidade Universitária, Conjunto José Américo.
- ◆ **Zona Geradora de Resíduo D:** Alto do Mateus, Cruz das Armas, Oitizeiro, Funcionários I, II, III e IV, Jardim Planalto, Bairro dos Novais, Jardim Veneza, Bairro das Indústrias, Vieira Diniz, Distrito Industrial, Ernani Sátiro, Costa e Silva, Esplanada I e II, Grotão, Presidente Médici, Gramame, Loteamento João Paulo II, Padre Ibiapina, Conjunto Taipa, Jardim Sepol.

A coleta da área comercial é realizada junto com a coleta urbano, com exceção dos grandes estabelecimentos (shopping centers, supermercados, etc.).

#### 4.1.1.2. Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos na Área Objeto de Estudo

Na Tabela 4.1 são apresentados os horários e frequências de coleta dos resíduos sólidos urbanos gerados nos bairros objeto de estudo.

**Tabela 4.1. Horário e frequência de coleta nos bairros objeto de estudo.**

Bairros	Horário	Frequência
Bairro dos Estados	Noturno	Diária
Centro	Noturno	Diária
Cruz das Armas	Diurno	Alternada
Manaira	Noturno	Diária
Mangabeira	Noturno	Alternada
Tambaú	Noturno	Diária

FONTE: EMLUR – AUTARQUIA ESPECIAL MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA (2001).

#### 4.1.1.3. Avaliação dos Setores de Coleta de Resíduos Sólidos da Cidade de João Pessoa (PB)

Concluída a definição dos bairros, iniciou-se o estudo do sistema de limpeza urbana do município. Os setores de coleta bem como os traçados das rotas já tinham sido definidos pela EMLUR em parceria com empresa contratada LIMP FORT ENGENHARIA AMBIENTAL. As quatro zonas geradoras de resíduos executadas pela empresa, foram avaliados individualmente, através de Planta Cartográfica do município, escala de 1:10.000. Esta foi também utilizada para marcação do trajeto do veículo coletor e definição do horário da coleta do resíduo sólido em cada um deles.

Selecionados as áreas de interesse dentro de cada zona, foi feita uma verificação “*in loco*”, em cada um separadamente, percorrendo toda a rota junto do veículo coletor em dia normal de coleta.

Na Tabela 4.2 apresenta-se a quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados durante o período de fevereiro à setembro de 2001 nos bairros objeto de estudo.

**Tabela 4.2. Quantidade de resíduo sólido urbano (em toneladas) coletado em bairros da cidade João Pessoa (PB)**

BAIRROS	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	X
B. DOS ESTADOS	252,2	311,0	272,2	293,0	272,8	280,1	311,9	289,5	285,3
CENTRO	746,3	795,9	778,5	774,6	773,2	804,7	768,0	739,8	772,6
CRUZ DAS ARMAS	732,5	732,2	778,5	729,4	700,0	784,7	759,2	669,2	735,7
MANAÍRA	457,7	573,3	497,7	555,9	527,8	576,8	485,4	510,2	523,1
MANGABEIRA	1267,9	1395,8	1335,6	1500,5	1515,7	1516,2	1390	1374,8	1412,1
TAMBAÚ	566,3	688,8	672,0	619,5	612,3	616,1	702,1	611,0	636,0
JOÃO PESSOA	12987	15358	14729	15157	15302	15322	14893	14588	14792

FONTE: EMLUR/2001: (1) Excetuando-se os resíduos da construção civil (entulho). X – Média.

#### 4.2. Resultados da Taxa de Produção *per capita* dos Resíduos Sólidos Urbanos da cidade de João Pessoa (PB)<sup>1</sup>

O crescimento populacional constatado particularmente no hemisfério sul, acompanhado de um processo acelerado e desequilibrado de industrialização e modernização, representam fatores determinantes na geração diária de grandes volumes de resíduos sólidos nas grandes cidades brasileiras (MESQUITA, 1999). Devido a fatores como estes, a taxa de produção *per capita* tem aumentado contínua e significativamente.

Na Tabela 4.3 apresenta-se o número de domicílios e a respectiva população dos bairros estudados, onde a população total da área pesquisada corresponde a cerca de 22% (vinte e dois por cento) da população urbana da cidade de João Pessoa (PB), como também a quantidade média de resíduo sólido domiciliar coletado no período.

**Tabela 4.3. População da área objeto de estudo**

Bairros	Nº domicílios	População (hab)	Resultados (hab./domic.)	Quant. média mensal de RSU no período (ton.) <sup>1</sup>
B Estados	2.186	6.479	2,96	285,32
Centro <sup>(2)</sup>	4.885	4.998	1,02	772,62
C das Armas	8.169	25.994	3,18	735,71
Manáira	4.949	19.289	3,90	523,10
Mangabeira	16.890	67.398	3,99	1.412,07
Tambaú	2.120	6.782	3,20	636,00
<b>Total</b>	<b>39.199</b>	<b>130.940</b>	<b>3,34</b>	<b>4.364,82</b>

FONTE: IBGE (2000); (1) excetuando-se os resíduos da construção civil (entulho).

(2) Zona comercial de baixa densidade populacional.



A partir do cruzamento dos dados das constantes nas Tabelas 4.2 e 4.3, obteve-se os resultados da taxa de produção *per capita* dos resíduos sólidos urbanos dos bairros estudados, durante o período de 19 de fevereiro à 05 de setembro de 2001(Tabela 4.4.)

**TABELA 4.4. Taxa média da produção *per capita* (kg/hab. dia)<sup>1</sup> dos resíduos sólidos urbanos nos bairros pesquisados e na cidade de João Pessoa (PB)**

Bairros	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Média	Desvio
B. dos Estados	1,30	1,60	1,40	1,51	1,40	1,44	1,60	1,49	1,47	0,10
Centro	4,98	5,31	5,19	5,17	5,16	5,37	5,12	4,93	5,15	0,15
C. das Armas	0,94	0,94	1,00	0,94	0,90	1,01	0,97	0,86	0,94	0,05
Manaira	0,79	0,99	0,86	0,96	0,91	1,00	0,84	0,88	0,90	0,07
Mangabeira	0,63	0,69	0,66	0,74	0,75	0,75	0,69	0,68	0,70	0,05
Tambaú	2,78	3,39	3,30	3,04	3,01	3,03	3,45	3,00	3,13	0,23
João Pessoa <sup>(2)</sup>	0,73	0,86	0,82	0,85	0,86	0,86	0,83	0,82	0,83	0,04

(1) excetuando-se os resíduos da construção civil (entulho).

(2) Considerando a população de João Pessoa 595.429 habitantes (Tabela 3.1).

Analisando-se os dados da Tabela 4.4, constata-se que a média *per capita* de resíduos sólidos urbanos para a cidade de João Pessoa (PB) apresentou uma variação de 0,73 a 0,86kg/hab.dia, alcançando um valor médio de 0,83kg/hab.dia, tendo os maiores valores no meses de junho e julho, que constituem-se no período de férias escolares, onde geralmente há uma maior geração de resíduos e aumento da população (presença de turistas). Para os bairros do Centro e de Tambaú este valor foi superior, tendo em vista suas peculiaridades, como: alta população flutuante, sazonalidade, locais de grandes concentrações artísticas e populares, intensidade de comércio e serviços. Já os bairros de Manaira e dos Estados apresentaram valores superiores à média, pois tratam-se de bairros de classes predominantes média e média alta. Os outros dois, Cruz das Armas e Mangabeira, ficaram dentro da média, por se tratar de bairros predominantemente populares.

**4.3. Resultados do Peso Específico Aparente dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa Distribuídos nos Diferentes Bairros**

Na Tabela 4.5 encontram-se as médias do peso específico dos resíduos sólidos urbanos dos bairros da área objeto da pesquisa, onde para cada viagem do caminhão coletor-compactador (amostra) de cada bairro estudado foram realizados 02 (dois) experimentos para determinação do peso específico, ou seja, foram realizados no total 24 (vinte e quatro) experimentos para cada bairro da cidade de João Pessoa (PB).

**TABELA 4.5. Peso específico aparente médio (X), em  $\text{Kgf.m}^{-3}$  e desvio padrão (s) dos resíduos sólidos urbanos da cidade de seis (06) bairros e da João Pessoa (PB)**

Amostra	Bairros						João Pessoa
	B. dos Estados	Centro	C. das Armas	Manaíra	Mangabeira	Tambaú	
1	214,12	243,14	273,05	247,65	286,47	247,65	252,01
2	253,53	225,88	305,99	232,94	310,59	292,35	270,21
3	267,06	237,65	247,06	258,24	246,47	257,65	252,36
4	279,41	234,71	309,41	252,94	248,24	227,65	258,73
5	225,88	226,47	310,00	244,71	278,82	298,73	264,10
6	272,35	249,41	272,94	262,35	278,99	275,29	268,56
7	317,36	227,06	273,16	302,48	297,65	298,73	286,07
8	292,94	286,47	279,57	275,42	302,40	234,71	278,59
9	272,66	296,47	278,46	293,07	270,17	281,08	281,99
10	255,29	281,13	293,64	287,65	276,05	262,35	276,02
11	225,29	284,71	279,57	295,88	291,92	255,29	272,11
12	237,65	271,18	268,82	240,59	301,93	242,94	260,52
Média	259,46	255,36	282,64	266,16	282,48	264,54	268,44
Desvio	30,37	26,74	18,83	23,91	20,42	24,57	11,18

**Obs: A umidade não foi considerada.**

O valor do peso específico aparente médio dos resíduos sólidos urbanos encontrado para a cidade de João Pessoa (PB) de  $268,44 \text{ Kgf.m}^{-3}$ , foi superior ao encontrado na cidade de Campina Grande (PB), que foi de  $196,20 \text{ Kgf.m}^{-3}$

(MESQUITA, 1999) e de São Paulo, apresentava em 1991 um valor médio de 234 kgf/m<sup>3</sup> (LIMPURB, 2001), e bem próximo ao determinado em Vitória (ES), que foi de 272,77 Kgf.m<sup>-3</sup> (HENRIQUES, 1999) e abaixo do encontrado na cidade de Maceió (AL), que foi 353,30 Kgf.m<sup>-3</sup> (UFAL, 1997). A diferença entre o valor do peso específico aparente dos resíduos sólidos urbanos de João Pessoa e valor das outras cidades, pode ser atribuído a fatores como:

- ✓ o uso de caminhões compactadores para a coleta de resíduos sólidos urbanos. O peso específico aparente em João Pessoa (PB) foi obtido após a descompactação ocorrida com a descarga do caminhão. Logo, os resíduos sólidos urbanos não retornam ao estado original, fazendo com que a massa de resíduo passe a ocupar um volume menor. Isso, certamente provoca uma diferença entre o peso específico aparente dos resíduos sólidos urbanos coletados em caminhões compactadores em relação ao peso específico aparente dos resíduos coletados em veículos de carroceria comum (por exemplo, tipo prefeitura). E, na maioria das cidades, não foi definido o tipo de equipamento usado na coleta que gerou os resultados;
- ✓ a influência da umidade, pois o peso específico da água é igual a 1000 Kgf.m<sup>-3</sup>, ou seja, de 3 a 4 vezes maior do que o do lixo, onde como caso estudado não foi possível fazer uma avaliação mais aprofundada;
- ✓ os métodos utilizados não foram definidos na bibliografia, o que pode variar de uma cidade para outra, fazendo com que os resultados sejam diferentes;
- ✓ em alguns casos, pode acontecer uma variação para maior devido a alta concentração de entulhos de obras no componente diversos e de materiais inertes. Este material de alto peso específico certamente pode contribuir na elevação do peso específico aparente de uma cidade.

#### **4.4. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB)**

##### **Metais**

O grupo metais foi representado pelos metais ferrosos e não ferrosos, onde foram caracterizados: latas em geral, latinhas de alumínio, arames, tampas de garrafas e de latas, embalagens descartáveis de alumínio e outras embalagens metálicas.

### **Papel e Papelão**

Esta fração era formada principalmente por papel de embrulho, aparas de papel, caixas de papelão, jornais, revistas, caixas de sapatos e de camisas.

### **Plásticos**

Os plásticos se apresentaram como sacolas plásticas, garrafas tipo PET, garrafas plásticas descartáveis, pedaços de embalagens domésticas plásticas, etc.

### **Vidros**

Os vidros, que na maioria das vezes chegava ao destino final quebrado, eram constituídos por garrafas de vinho, de cerveja, de conhaque, de whisky, de refrigerantes, de leite de coco, de azeitonas e pedaços de materiais vitrificados, dentre outros materiais de vidro.

### **Trapos**

Constituído de restos de tecidos, retalhos, vestuários, cordões e fios de tecidos.

### **Couro/Madeira/Borracha**

Este grupo ficou representado por gravetos, pedaços de couro, de madeira e de borracha, sandálias de borracha e de couro, emborrachados e materiais que possuíam estas características.

### **Coco**

Como a cidade localiza-se no litoral foi caracterizado tanto o coco verde quanto o seco presentes na massa de resíduo sólido analisada.

### **Matéria Orgânica**

Era formada predominantemente de restos de alimentos, folhas e cascas de vegetais, frutas e outros materiais orgânicos que apareceram na massa de resíduo sólido.

### Diversos

Este grupo ficou representado por fraldas descartáveis, papel higiênico, absorventes, embalagens aluminizadas, embalagens TETRA-PACK, e resíduos que não se enquadram nos demais grupos.

#### 4.4.1. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro dos Estados.

Durante o período da pesquisa foram realizados doze (12) ensaios de caracterização para determinar a gravimetria do Bairro dos Estados (Tabela 4.6).

**Tabela 4.6. Composição gravimétrica (%) dos resíduos sólidos urbanos do Bairro dos Estados – João Pessoa (PB)**

DATA	Metal	Papel/ Papeloão	Plástico	Vidro	Trapos	Couro/ Bor./Mad	Coco	Matéria Orgânica	Diversos
20/03/01	2,55	8,72	14,25	1,06	2,22	2,63	4,39	55,44	8,75
10/abr	1,55	6,24	13,31	0,89	1,62	0,77	6,91	57,78	10,94
20/abr	0,95	7,47	12,94	0,32	2,33	0,47	4,13	62,42	8,98
24/abr	1,56	6,83	12,46	0,69	2,89	1,07	2,31	58,77	13,42
09/mai	1,37	5,09	9,99	0,55	1,17	2,59	8,47	54,60	16,17
15/mai	1,46	4,09	11,17	1,04	2,60	0,36	6,01	65,91	7,36
22/mai	1,59	5,26	13,35	1,24	3,80	0,45	6,08	56,02	12,21
05/jun	1,21	5,53	12,27	1,50	1,59	0,36	1,98	62,50	13,06
15/jun	1,39	9,84	16,47	1,39	2,53	2,62	4,78	45,14	15,85
25/jun	2,17	3,31	15,76	0,96	3,29	2,22	1,90	61,37	9,02
24/ago	1,84	7,42	10,60	1,10	4,21	1,76	7,98	52,74	12,34
04/set	1,70	5,95	14,71	0,47	1,96	1,06	5,74	56,35	12,06
Média	1,61	6,31	13,11	0,93	2,52	1,36	5,06	57,42	11,68
Desvio	0,43	1,87	1,98	0,37	0,91	0,94	2,22	5,46	2,79

Obs: Não foi considerada a ação dos catadores porta a porta.

Analisando-se os valores dos componentes potencialmente recicláveis da Tabela 4.6, constata-se que o percentual de matéria orgânica do Bairro dos Estados variou de 45,14% a 65,91%, com um valor médio de 57,42%, estando esta dentro dos valores médios das cidades brasileiras (Tabela 2.7). Esta variação tem seu pico (65,91%) na metade do mês de maio, comportamento atípico, pois durante o período da pesquisa as chuvas acumuladas foram mais intensas nos meses de abril e junho (Anexo III), onde a umidade poderia interferir diretamente no percentual de matéria orgânica, através do peso da água. Como também a catação de rua produz um mascaramento do valor real de cada componente produzido dentro de cada imóvel.

O componente plástico variou entre 9,99% e 16,47%, com um valor médio de 13,11%. Já o componente papel/papelão variou entre 4,09% e 8,74%, considerado muito grande devido a sazonalidade, chegando a um valor médio de 6,31% no período. Pode-se perceber é um aumento significativo no percentual de plástico, tendo em vista o rápido processo de industrialização, onde particularmente no Brasil o plástico tem substituído as embalagens de papel e de vidro.

Os componentes metais e vidros tiveram valores médios de 1,61% e 0,93%, respectivamente, devido especialmente a substituição massiça destes pelo plástico.

Na Figura 4.1 abaixo evidenciam-se os percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do Bairro dos Estados.

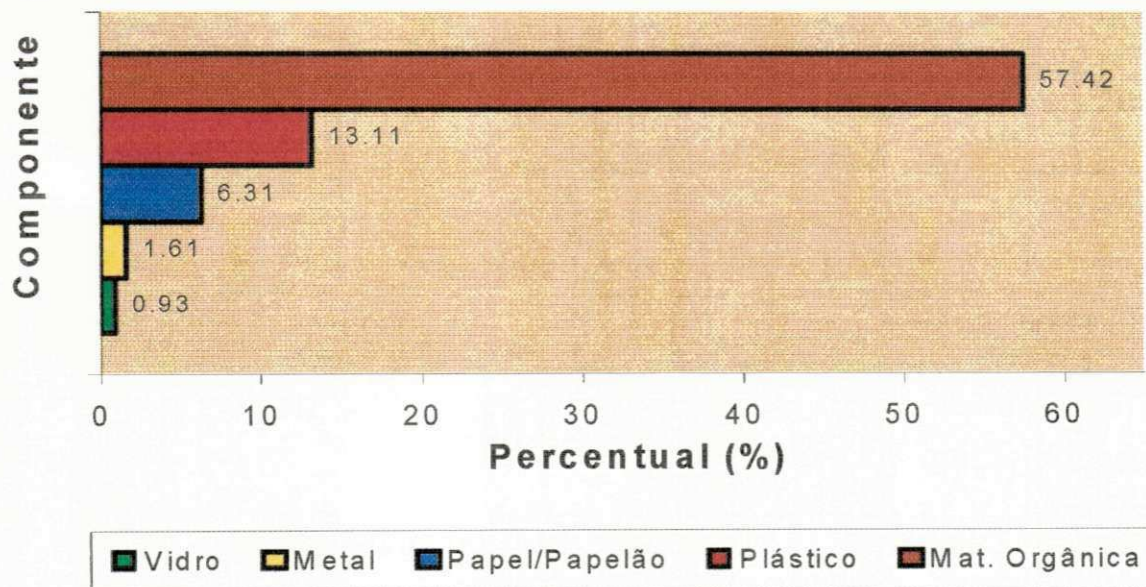


FIGURA 4.1. Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do Bairro dos Estados – João Pessoa (PB).

#### 4.4.2. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro do Centro.

A determinação da gravimetria do bairro do Centro foi realizada durante o período, onde foram realizados 12 (doze) ensaios de caracterização (Tabela 4.7).

**Tabela 4.7. Composição gravimétrica (%) dos resíduos sólidos urbanos do bairro do Centro - João Pessoa (PB).**

DATA	Metal	Papel/ Papelo	Plástico	Vidro	Trapos	Couro/ Bor./Mad	Coco	Matéria Orgânica	Diversos
23/03/01	1,37	8,10	16,23	1,33	2,19	1,02	1,40	51,65	16,71
06/abr	1,96	12,37	8,96	0,45	1,81	0,51	11,62	49,46	12,85
26/abr	2,94	9,76	12,75	1,35	2,29	1,29	7,04	52,10	10,79
08/mai	1,22	5,57	18,89	0,59	2,26	0,70	9,46	47,84	13,47
11/mai	1,07	8,86	12,09	1,64	2,80	1,53	6,90	52,19	12,93
18/mai	1,51	4,98	11,22	0,83	3,66	0,58	6,21	50,71	20,30
25/mai	3,76	6,28	14,38	1,92	2,19	2,09	6,07	45,00	18,30
30/mai	1,29	7,21	13,16	0,24	2,04	0,84	10,55	45,18	19,49
14/jun	0,72	7,14	14,97	0,85	1,73	0,62	6,10	46,22	21,64
20/jun	1,91	11,13	12,02	0,98	1,87	1,00	6,09	37,07	27,94
27/jun	1,31	13,27	14,73	1,71	4,88	1,46	2,02	45,49	15,13
22/ago	1,64	4,08	12,95	2,79	3,22	2,50	12,47	33,66	26,69
Média	1,73	8,23	13,53	1,22	2,58	1,18	7,16	46,38	18,02
Desvio	0,85	2,93	2,56	0,72	0,93	0,63	3,42	5,86	5,48

O bairro do Centro deve ser analisado com muito cuidado, pois como todos os centros das grandes cidades brasileiras, algumas peculiaridades devem ser levadas em consideração, tais como: maior número de estabelecimentos comerciais em comparação aos demais bairros; alta concentração de movimento comercial com presença de pessoas de várias cidades do estado e maior presença de catadores de rua, devido ao maior potencial de recicláveis que este apresenta, dentre outras.

Então, analisando-se os valores dos componentes potencialmente recicláveis da Tabela 4.7, constata-se que o percentual de matéria orgânica do bairro do Centro variou entre 33,66% e 52,19%, com um valor médio de 46,38%. Os valores decresceram em relação ao bairro anteriormente analisado, tendo em vista que no Centro, há concentração de imóveis comerciais, embora exista uma área residencial em minoria e presença de bares, restaurantes e lanchonetes.

O componente plástico variou entre 8,96% e 18,89%, com um valor médio de 13,53%, uma variação muito grande, devido as peculiares que envolve a área. Já o componente papel/papelão variou entre 4,98% e 13,27%, considerada muito grande devido a sazonalidade, chegando a um valor médio de 8,23% no período, bem maior do que o Bairro dos Estados. Percebe-se que, embora existam catadores de rua nesta área da cidade os percentuais de plástico e papel/papelão são bem maiores do que o de alguns bairros estudados, embora bem próximo do valor médio encontrado no Bairro dos Estados. Logo, conclui-se que a geração destes tipos de componentes nos resíduos sólidos no Centro da cidade são bem superiores aos dos outros bairros pesquisados.

Assim, a figura do catador de rua contribui significativamente na diminuição do volume de resíduos sólidos destinado ao lixão do Róger, que no caso deste bairro poderia ser bem maior.

Os componentes metais e vidros tiveram valores médios de 1,73% e 1,22%, respectivamente. Constatou-se assim, que embora exista um decréscimo ao comparar-se anos anteriores, devido especialmente a substituição massiça destes pelo plástico, estes percentuais são superiores aos do Bairro dos Estados.

Na Figura 4.2 abaixo evidenciam-se os percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do Bairro do Centro.

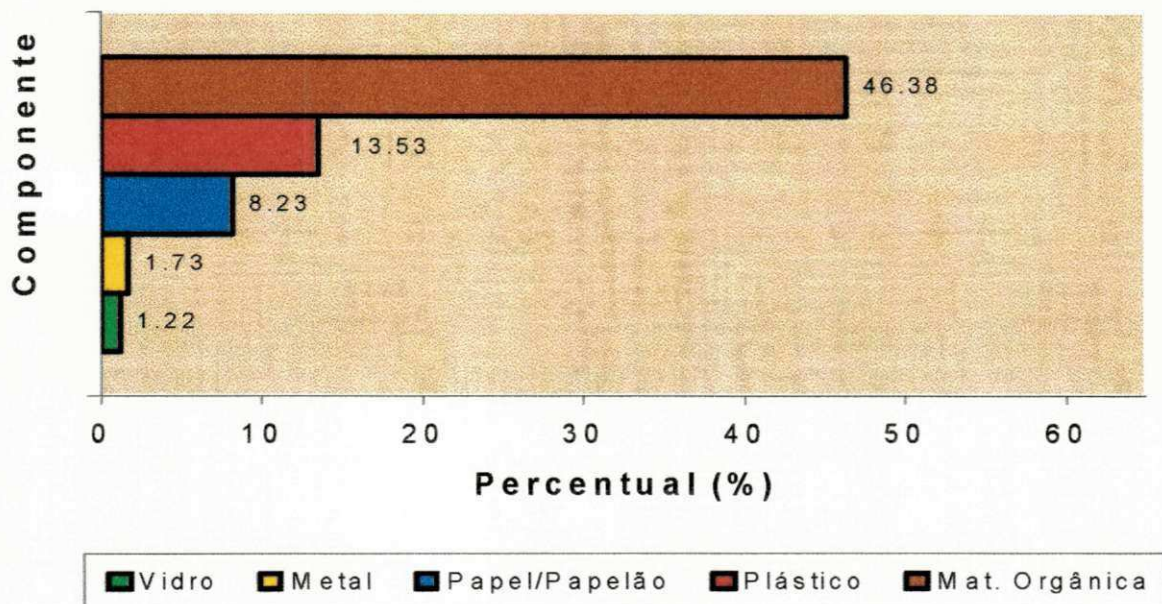


FIGURA 4.2. Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro do Centro – João Pessoa (PB).

#### 4.4.3. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Cruz das Armas.

Durante o período da pesquisa foram realizados doze (12) ensaios de caracterização para determinar a gravimetria do bairro de Cruz das Armas, conforme Tabela 4.8.



**Tabela 4.8. Composição gravimétrica (%) dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Cruz das Armas – João Pessoa (PB).**

DATA	Metal	Papel/ Papelaão	Plástico	Vidro	Trapos	Couro/ Bor./Mad	Coco	Matéria Orgânica	Diversos
19/02/01	1,70	4,29	12,76	1,55	4,14	1,30	3,32	57,54	13,40
05/mar	1,70	4,69	14,47	1,47	1,51	0,47	4,71	61,95	9,03
19/mar	1,99	3,86	15,87	1,22	4,22	4,22	7,51	51,89	9,22
16/abr	2,31	6,68	13,08	1,89	2,66	5,91	9,84	52,29	5,35
30/abr	1,33	3,72	10,42	0,74	2,60	1,57	5,50	65,32	8,80
14/mai	2,18	3,23	13,48	0,73	2,72	1,88	7,16	57,92	10,71
28/mai	4,13	3,91	12,42	0,80	4,74	2,61	2,13	52,44	16,81
04/jun	1,53	5,23	15,47	0,34	3,99	0,84	3,36	54,42	14,82
11/jun	1,43	6,53	13,56	1,24	3,35	0,83	10,04	53,11	9,91
18/jun	2,33	3,58	12,43	3,93	2,75	0,87	12,74	45,84	15,52
27/ago	1,55	3,22	13,54	0,41	4,66	2,15	4,70	52,90	16,88
05/set	1,09	7,63	9,13	0,41	4,51	0,51	5,20	56,50	15,01
Média	1,94	4,71	13,05	1,23	3,49	1,93	6,35	55,18	12,12
Desvio	0,79	1,48	1,90	0,99	1,03	1,65	3,19	5,11	3,76

Analisando-se os valores dos componentes potencialmente recicláveis da Tabela 4.8, constata-se que o percentual de matéria orgânica do bairro de Cruz das Armas variou de 45,84% a 65,32%, com um valor médio de 55,18%, estando esta dentro dos valores médios das cidades brasileiras (Tabela 2.7). Esta variação teve seu pico máximo no final do mês de abril (65,32%), período chuvoso na cidade, como já foi citado anteriormente, fazendo com que o teor de umidade aumente e, conseqüentemente o percentual de matéria orgânica, por causa do peso da água.

O componente plástico variou entre 9,13% e 15,87%, com um valor médio de 13,05%, estando dentro dos valores médios dos bairros anteriormente analisados. Já o componente papel/papelaão variou entre 3,22% e 7,63%, considerada muito grande devido a sazonalidade, chegando a um valor médio de 4,71% no período. Percebe-se que neste bairro o uso de tipo de material não é abundante.

Os componentes metais e vidros tiveram valores médios de 1,94% e 1,23%, respectivamente. Constatando-se assim, particularmente em relação ao metal, um percentual superior ao Bairro dos Estados e até ao Centro. Talvez, devido a ausência de catadores de rua e ao uso maior de embalagens metálicas.

A Figura 4.3 evidencia os percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Cruz das Armas.

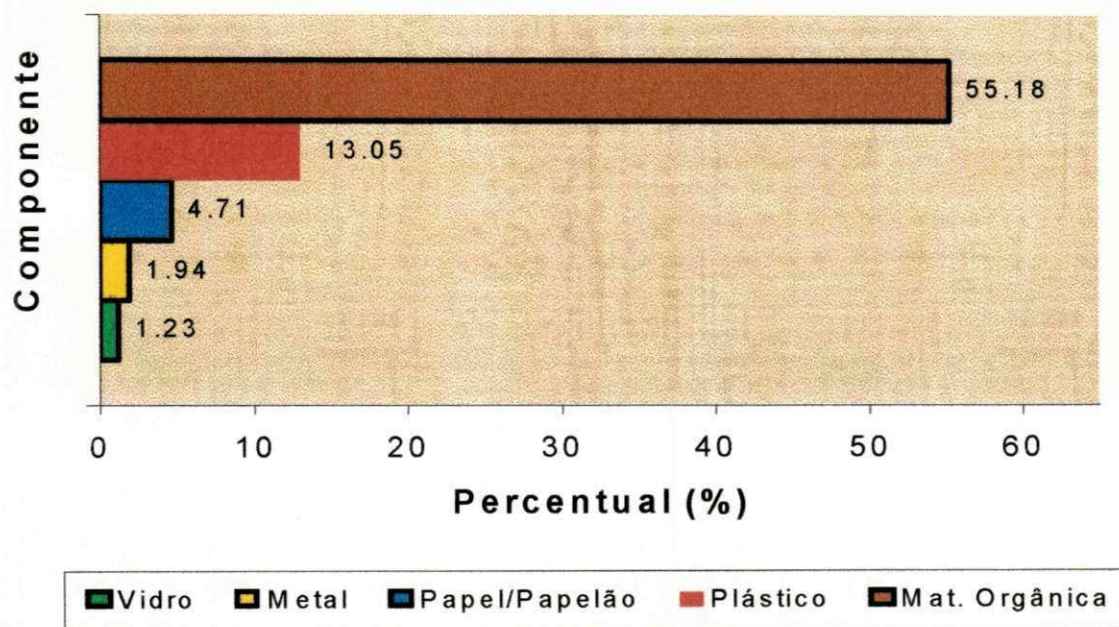


FIGURA 4.3. Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Cruz das Armas – João Pessoa (PB).

#### 4.4.4. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Manaíra.

A determinação da gravimetria do bairro de Manaíra foi realizada durante o período definido na Tabela 4.9., onde foram realizados 12 (doze) ensaios de caracterização.

**Tabela 4.9. Composição gravimétrica (%) dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Manaíra – João Pessoa (PB).**

DATA	Metal	Papel/ Papelaão	Plástico	Vidro	Trapos	Couro/ Bor./Mad	Coco	Matéria Orgânica	Diversos
02/03/01	2,22	9,97	13,97	1,35	2,79	0,67	6,26	56,17	6,59
09/mar	1,43	5,08	13,10	1,79	1,93	0,25	4,37	62,92	9,13
11/abr	1,74	7,05	12,02	1,04	1,60	1,91	3,84	58,45	12,33
27/abr	1,72	5,96	13,87	0,19	3,86	1,41	5,67	55,51	11,82
04/mai	0,78	6,38	14,68	1,94	2,85	1,48	5,43	54,00	12,47
16/mai	2,08	4,16	17,10	1,19	4,13	0,00	4,09	56,77	10,48
01/jun	2,01	9,04	19,28	1,14	2,75	0,63	3,03	48,51	13,61
08/jun	2,01	7,94	18,80	1,10	2,86	1,21	4,99	35,11	25,97
13/jun	2,58	12,84	12,25	1,09	5,55	0,61	4,58	49,80	10,70
26/jun	2,41	6,41	9,10	1,38	3,68	0,47	2,90	60,46	13,19
04/jul	1,48	5,81	15,62	0,77	1,48	1,55	7,53	53,81	11,93
21/ago	2,68	5,36	16,58	3,59	0,91	1,77	2,68	43,67	22,76
Média	1,93	7,17	14,70	1,38	2,87	1,00	4,61	52,93	13,41
Desvio	0,54	2,44	2,96	0,83	1,30	0,63	1,45	7,71	5,50

Analisando-se os valores dos componentes potencialmente recicláveis da Tabela 4.9 e na Figura 4.4, constata-se que o percentual de matéria orgânica do bairro de Manaíra variou entre 35,11% a 62,92%, com um valor médio de 52,42%, estando também dentro dos valores médios das cidades brasileiras (Tabela 2.7). Este valor médio é o menor dos bairros residenciais pesquisados. O seu pico máximo (62,92%) ocorreu no mês de março, que precisaria ser melhor avaliado para detectar as suas possíveis causas.

O componente plástico, a exemplo dos demais bairros apresentou o segundo maior percentual, demonstrando assim aquilo que já foi citado anteriormente, ou seja, a substituição gradativa dos outros tipos de embalagens pela plástica. A sua variação foi entre 9,10% e 19,28%, com um valor médio de 14,70%. Os dois maiores percentuais aconteceram no mês de junho, possivelmente a causa destes percentuais altos neste mês pode ter ocorrido devido ao período de férias escolares e conseqüentemente aumento de consumo de alimentos industrializados pelas crianças e adolescentes, tendo em vista tratar-se de um bairro de classe média alta, onde o consumo de deste tipo de componente por si só já é elevado.

Já o componente papel/papelão variou entre 4,16% e 12,84%, o valor médio final durante o período da pesquisa foi de 7,71%, sendo este o maior percentual de papel/papelão em comparação com os outros bairros residenciais. E os componentes metais e vidros tiveram valores médios de 1,93% e 1,38%, respectivamente.

Os resultados encontrados mostram que em Manaíra houve um aumento dos percentuais de plástico e papel/papelão e uma diminuição do percentual da matéria orgânica em comparação aos bairros anteriormente estudados.

Na Figura 4.4 evidenciam-se os percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Manaíra.

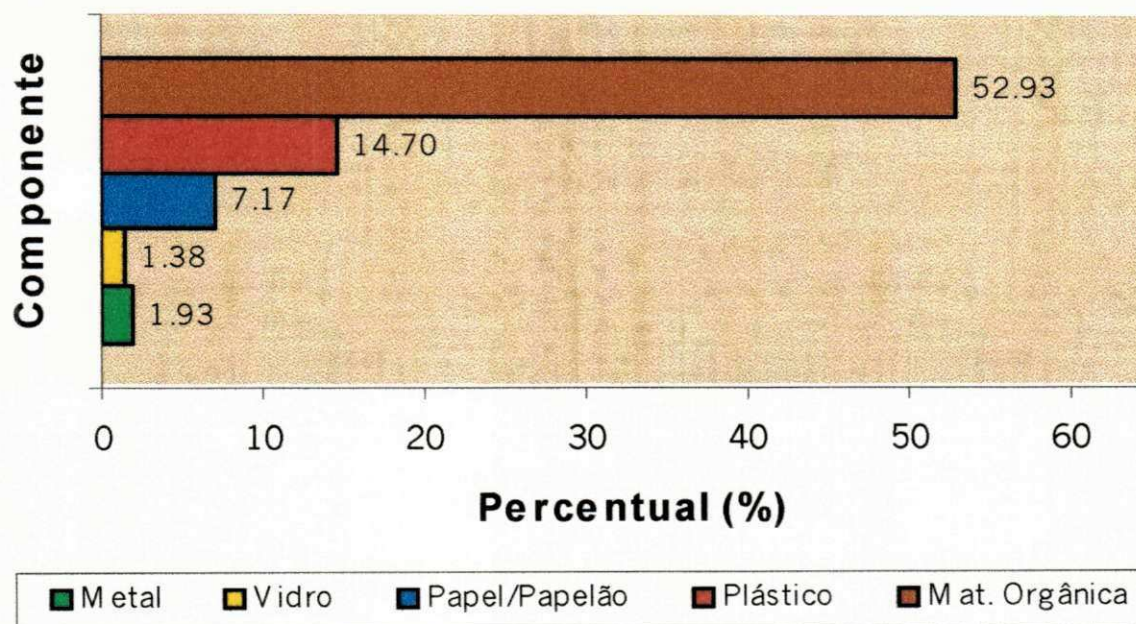


FIGURA 4.4. Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Manaíra – João Pessoa (PB).

#### 4.4.5. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Mangabeira.

Durante o período da pesquisa foram realizados doze (12) ensaios de caracterização para determinar a gravimetria do bairro de Mangabeira, conforme Tabela 4.10.

**Tabela 4.10. Composição gravimétrica (%) dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Mangabeira – João Pessoa (PB).**

DATA	Metal	Papel/ Papeloão	Plástico	Vidro	Trapos	Couro/ Bor./Mad	Coco	Matéria Orgânica	Diversos
13/03/01	2,01	4,34	11,28	1,13	2,77	1,74	5,51	61,87	9,35
22/mar	2,73	4,98	16,75	1,82	4,42	1,12	5,63	55,93	6,61
03/abr	1,94	5,57	8,71	0,81	1,62	0,90	4,25	66,85	9,37
17/abr	2,24	4,16	15,86	1,09	4,32	0,86	4,55	57,14	9,77
10/mai	1,68	3,73	11,62	1,49	3,03	1,22	6,33	57,56	13,35
29/mai	1,66	3,33	15,36	0,98	3,99	0,92	5,39	56,02	12,35
31/mai	1,65	4,98	16,22	0,83	3,11	1,65	4,26	52,84	14,46
12/jun	2,52	3,36	17,38	0,82	3,69	1,41	7,76	50,48	12,56
29/jun	2,30	1,98	8,95	0,63	3,02	0,60	9,17	64,93	8,42
10/jul	2,06	6,12	14,74	1,73	5,57	0,44	3,72	52,36	13,29
23/ago	2,67	2,85	14,81	0,96	4,38	1,07	4,52	52,46	16,27
28/ago	2,25	3,79	13,24	1,50	3,73	3,53	7,69	50,95	13,32
Média	2,14	4,10	13,74	1,15	3,64	1,29	5,73	56,62	11,59
Desvio	0,38	1,18	2,97	0,39	1,02	0,80	1,69	5,42	2,84

Analisando-se os valores dos componentes potencialmente recicláveis da Tabela 4.10, constata-se que o percentual de matéria orgânica do bairro de Mangabeira variou de 50,48% a 66,85%, com um valor médio de 56,62%, estando esta dentro dos valores médios dos demais bairros e das cidades brasileiras (Tabela 2.7). Esta variação teve seu pico máximo, como os demais, no mês de abril (66,85%), período chuvoso na cidade, fazendo com que o teor de umidade aumente e, conseqüentemente o percentual de matéria orgânica, em função do peso da água.

O componente plástico variou entre 8,71% e 17,38%, com um valor médio de 13,74%, estando também dentro dos valores médios dos bairros anteriormente analisados. Já o componente papel/papelão variou entre 1,98% e 6,12%, considerada muito grande devido a sazonalidade, chegando a um valor médio de 4,10% no período, sendo este o menor valor encontrado entre os bairros pesquisados. Percebe-se que neste bairro o uso de tipo de material não é abundante, como também a presença de catação.

Os componentes metais e vidros tiveram valores médios de 2,14% e 1,15%, respectivamente. Constatando-se assim, particularmente em relação ao metal, um percentual superior aos demais bairros pesquisados. Talvez, devido a ausência de catadores de rua para este componente do resíduo sólido urbano e ao uso maior de embalagens metálicas nas residências.

Outra constatação é que em comparação com os outros bairros estudados anteriormente, aumentou o percentual da matéria orgânica e diminuiu os percentuais de

plástico e papel/papelão, por se tratar de um bairro predominantemente de classe média baixa.

A Figura 4.5 evidencia os percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Mangabeira.

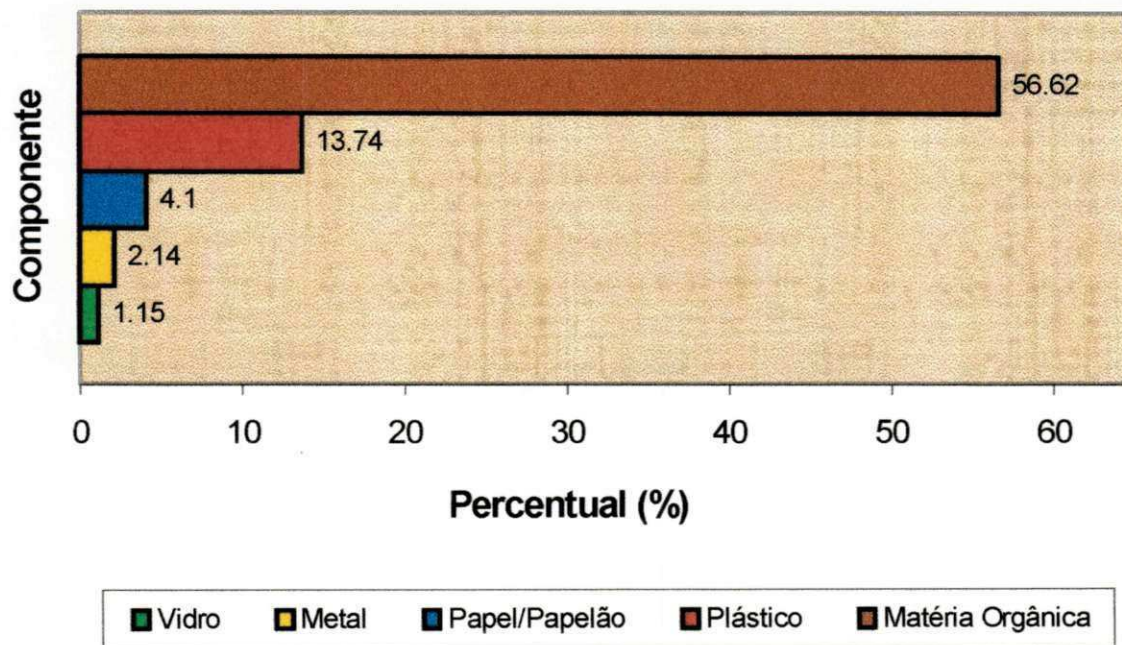


FIGURA 4.5. Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Mangabeira – João Pessoa (PB).

#### 4.4.6. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Bairro de Tambaú.

A determinação da gravimetria do bairro de Tambaú foi realizada durante o período definido na Tabela 4.11, onde foram realizados 12 (doze) ensaios de caracterização.

**Tabela 4.11. Composição gravimétrica (%) dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Tambaú – João Pessoa (PB)**

DATA	Metal	Papel/ Papeloão	Plástico	Vidro	Trapos	Couro/ Bor./Mad	Coco	Matéria Orgânica	Diversos
01/03/01	1,77	6,10	11,79	1,63	1,46	0,48	3,21	66,36	7,20
07/mar	2,04	7,04	13,60	1,88	1,69	0,55	5,49	61,18	6,52
04/abr	2,13	6,09	11,62	0,88	1,77	0,98	6,58	62,52	7,43
18/abr	2,06	7,04	20,21	3,22	2,06	0,92	4,64	52,85	7,01
23/mai	2,01	9,15	13,84	0,49	0,54	0,32	8,59	49,18	15,88
29/mai	1,31	5,39	13,61	4,45	2,12	0,25	5,31	52,93	14,64
06/jun	1,16	6,19	14,04	1,21	4,21	1,43	6,95	52,40	12,41
21/jun	2,07	8,95	16,70	1,44	1,47	1,44	5,55	49,33	13,05
28/jun	2,99	8,63	17,22	2,74	3,84	1,10	3,21	45,09	15,18
05/jul	2,08	4,16	17,10	1,19	4,13	0,00	4,09	56,77	10,48
15/ago	2,76	3,51	23,64	0,74	3,63	1,20	4,15	53,13	7,25
30/ago	1,50	4,35	13,65	2,54	4,32	0,37	9,73	50,30	13,23
Média	1,99	6,38	15,59	1,87	2,60	0,75	5,63	54,34	10,86
Desvio	0,53	1,88	3,56	1,17	1,33	0,49	2,04	6,23	3,61

O bairro de Tambaú, a exemplo do que foi feito no Centro, deve ser analisado com muito cuidado, pois trata-se da principal e mais freqüentada praia da cidade, onde estão localizados os maiores e principais equipamentos turísticos (hotéis, bares e restaurantes), além de que também ali se realizam os principais eventos populares. Logo, algumas peculiaridades outras devem ser levadas em consideração, tais como: maior número de estabelecimentos comerciais em comparação aos demais bairros residenciais; alta concentração de pessoas de outros bairros e até de outras cidades, especialmente no verão e nos finais de semana; maior presença de catadores de rua, devido ao maior potencial de recicláveis que este apresenta, dentre outras.

Então, analisando-se os valores dos componentes potencialmente recicláveis da Tabela 4.11, constata-se que o percentual de matéria orgânica do bairro de Tambaú variou entre 45,09% e 66,36%, com um valor médio de 54,34%. As maiores variações ocorreram entre o mês de março (final das férias e do verão) e início de abril, já com a presença de chuvas mais intensas. Valor este, menor dos que os anteriormente analisados.

O componente plástico variou entre 11,62% e 23,64%, com um valor médio de 13,59%, uma variação muito grande, devido as peculiares que envolve a área. Já o componente papel/papelão variou entre 3,51% e 9,15%, considerada muito grande devido a sazonalidade, chegando a um valor médio de 6,38% no período. Percebe-se que, embora existam catadores de rua nesta área da cidade e também desenvolvimento

pela EMLUR do projeto piloto de coleta seletiva porta-a-porta, os percentuais de plástico e papel/papelão são bem maiores do que o de alguns bairros pesquisados, pois a adesão ao projeto de coleta seletiva ainda não é de 100% (cem por cento) dos moradores. Embora, a figura do catador de rua e o projeto de coleta seletiva contribuam significativamente na diminuição do volume de resíduos sólidos destinado ao lixão do Róger, que no caso deste bairro poderia ser bem maior.

Os componentes metais e vidros tiveram valores médios de 1,87% e 1,99%, respectivamente. Constatou-se assim, que os valores encontram-se dentro dos valores médios dos demais bairros pesquisados.

Na Figura 4.6 evidenciam-se os percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do Bairro de Tambaú.

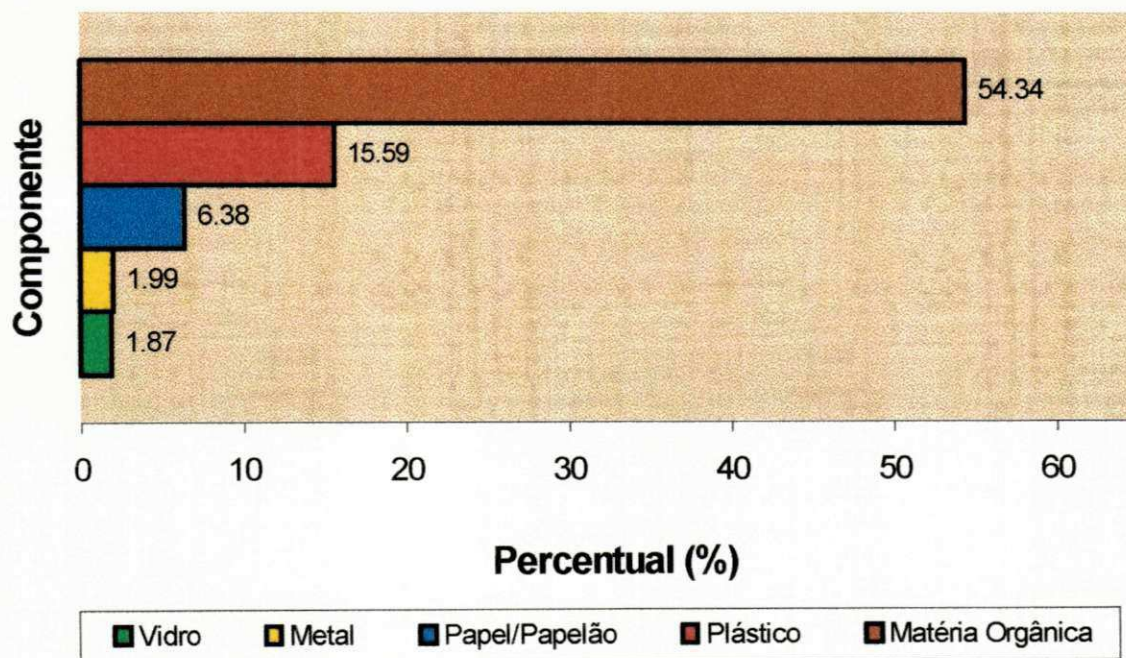


FIGURA 4.6. Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final do bairro de Tambaú – João Pessoa (PB).

#### 4.4.7. Análise dos Resultados da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB)

A determinação da gravimetria da cidade de João Pessoa (PB) foi realizada durante o período definido na Tabela 4.12, a partir de 06 (seis) bairros representativos,



onde foram realizados 12 (doze) ensaios de caracterização em cada um destes bairros pesquisados, totalizando 72 (setenta e duas).

**Tabela 4.12. Composição gravimétrica média (%) dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB)**

BAIRROS	Metal	Papel/ Papelo	Plástico	Vidro	Trapos	Couro/ Bor./Mad	Coco	Matéria Orgânica	Diversos
B Estados	1,61	6,31	13,11	0,93	2,52	1,36	5,06	57,42	11,68
Centro	1,70	8,23	13,53	1,22	2,58	1,18	7,16	46,38	18,02
C. Armas	1,94	4,71	13,05	1,23	3,49	1,93	6,35	55,18	12,12
Manaira	1,93	7,17	14,70	1,38	2,87	1,00	4,61	52,93	13,41
Mangabeira	2,14	4,10	13,74	1,15	3,64	1,29	5,73	56,62	11,59
Tambau	1,99	6,38	15,58	1,87	2,60	0,75	5,63	54,34	10,86
Média	1,89	6,15	13,95	1,30	2,95	1,25	5,76	53,81	12,95
Desvio	0,20	1,53	1,00	0,32	0,49	0,40	0,91	3,98	2,62

**Obs: O entulho da construção não foi estudado neste trabalho.**

Analisando-se os valores dos componentes potencialmente recicláveis da Tabela 4.12, constata-se que o percentual de matéria orgânica da cidade de João Pessoa variou entre 46,38% e 57,42%, com um valor médio de 53,81%. E ao comparar-se com os valores da Tabela 2.7 constata-se que em relação ao estudo realizado na cidade em 1998 este valor diminuiu um pouco e, em relação às demais cidades ficou um pouco abaixo do valor médio (56,89%) das demais cidades ali apresentadas. Mas, via de regra, o que percebe-se é que não foi a matéria orgânica que diminuiu e, sim, os componentes plástico, papel e papelão que aumentaram, especialmente, o plástico.

O componente plástico variou entre 13,05% e 15,58%, com um valor médio de 13,95%. Comparando-se com os valores constantes na Tabela 2.7, percebe-se que este percentual aumentou em comparação ao valor obtido na cidade em 1998, como também em relação ao valor médio (8,60%) das demais cidades constantes nas citadas tabelas.

Já o componente papel/papelão variou entre 4,10% e 8,23%, com um valor médio de 6,15% no período. Quando compara-se aos valores constantes da Tabela 2.7, percebe-se que em relação ao estudo realizado na cidade em 1998 este valor aumentou, e diminuiu em relação ao valor médio das demais cidades (15,96%). Fato, que comprova a substituição gradativa deste componente pelo plástico, especialmente em relação às embalagens domésticas.

Os componentes metais e vidros tiveram valores médios de 1,89% e 1,30%, respectivamente, diminuindo em relação ao estudo realizado em 1998. Constatando-se assim, a tendência crescente de diminuição destes componentes nas residências

peçoenses, embora que o valor médio nas demais cidades (Tabela 2.7) seja superior ao obtido na pesquisa.

A Figura 4.7 abaixo evidencia os percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria final da cidade de João Pessoa, estando ausente o entulho, que não foi possível estudá-lo neste trabalho.

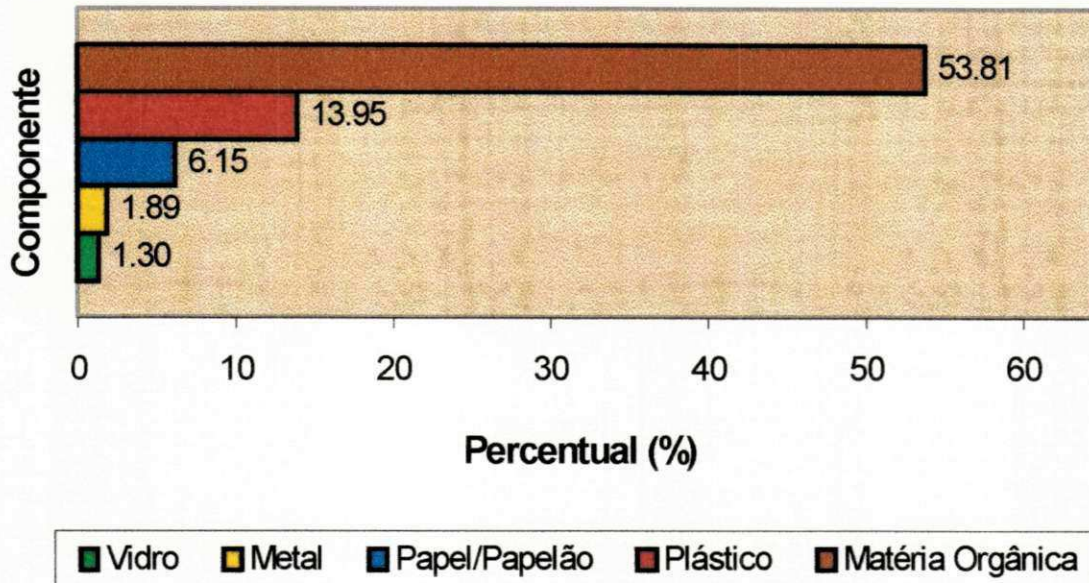


FIGURA 4.7. Percentuais médios dos materiais potencialmente recicláveis encontrados na gravimetria média final da cidade de João Pessoa (PB)

Algumas considerações sobre a variação dos resultados obtidos nos diversos municípios citados na revisão bibliográfica em comparação com João Pessoa:

- Para BERRÍOS (1986) e CINTRA (1995), a inexistência de normas brasileiras que padronizem estudos de classificação e categorização dos componentes dos resíduos sólidos urbanos dificulta a comparação entre estudos já realizados em alguns municípios, embora na sua maioria utilizem a metodologia do quarteamento.
- Além das variações decorrentes do período de realização de cada um desses estudos, os valores médios brasileiros são mais antigos, as características climáticas, localização, sustentação econômica e hábitos da população desses municípios são responsáveis, segundo HENRIQUES (1999), pela diferença na composição dos resíduos sólidos urbanos gerados nos mesmos, considerando que esses fatores propiciam à suas populações hábitos alimentares e costumes diferenciados.

#### 4.4.7.1 Comparação entre a Composição Gravimétrica Média dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de João Pessoa (PB) e de Algumas Cidades Nordestinas.

A partir das Tabelas 2.8 e 4.12 foi elaborada a Figura 4.8, que apresenta a comparação entre os valores obtidos na composição gravimétrica média dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB) e algumas cidades nordestinas.

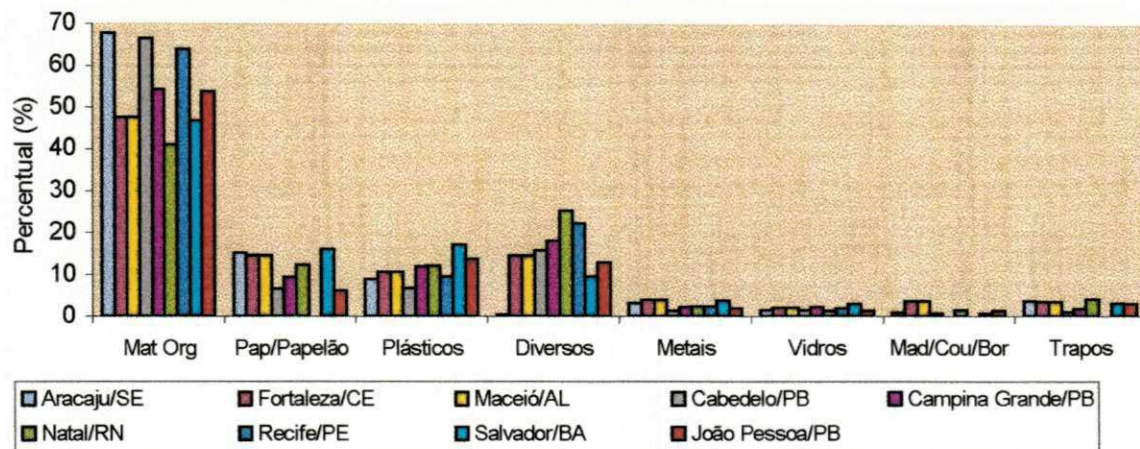


FIGURA 4.8. Comparação da composição gravimétrica média dos RSU de João Pessoa (PB) com as de algumas cidades nordestinas.

A variação no percentual de matéria orgânica dos municípios nordestinos apresentados na Figura 4.8, pode ter ocorrido em função da diferença de critério de separação deste componente, como por exemplo, a inclusão de pequenos pedaços de papel comum (sujeitos com alto teor de umidade) e os hábitos alimentares dos habitantes de cada município.

Quanto ao papel/papelão, também pode ter sido utilizados critérios diferentes na separação de pedaços de papel e papel higiênico, a inclusão de certos tipos de embalagens (por exemplo, tetra-pack), além da influência do alto teor de umidade em alguns tipos de embalagens, especialmente de papelão.

O componente plástico tem a sua variação em função do aumento de consumo ao longo dos anos, pois o uso cada vez maior de alimentos industrializados tem ocasionado uma grande demanda de embalagens plásticas, dentre outros fatores.

Os componentes metais e vidros não apresentaram uma grande variação de uma cidade para outra.

O componente diversos apresenta uma grande variação em função do que cada pesquisador considera como tal. Por exemplo, na cidade do Recife/PE, o componente papel/papelão não foi considerado em separado, o que certamente foi incluído em diversos. No geral, a composição gravimétrica média dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB) não apresenta uma grande diferença da média das cidades nordestinas constantes da Figura 4.8.

#### **4.5. Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos**

Os resultados da caracterização física, química e bacteriológica da fração orgânica putrescível serão analisados separadamente e para cada bairro pesquisado na cidade de João Pessoa (PB):

##### **4.5.1. Bairro dos Estados – João Pessoa (PB).**

Os resultados dos parâmetros físico, químico e bacteriológico analisados na fração orgânica putrescível dos RSU do B. dos Estados encontram-se na Tabela 4.13.

**Tabela 4.13. Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do Bairro dos Estados – João Pessoa (PB) .**

Parâmetros	Data			Média
	20/04/01	22/05/01	05/09/01	
pH	5,15	4,24	4,98	4,79
Umidade (%)	79,95	78,77	73,84	77,52
STF (%)	6,68	8,20	4,96	6,61
STV (%)	93,32	91,80	95,04	93,39
COT (%)	51,84	51,00	52,80	51,88
NTK (%)	1,76	2,40	1,50	1,89
DQO (%)	45,63	44,12	27,38	39,04
Condutividade elétrica (mS/cm)	Não realizado	3,32	3,14	3,23
CT (NMP/g)	$0,9 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$	$5,0 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$
CF (NMP/g)	$0,9 \times 10^8$	$0,9 \times 10^8$	$3,0 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$
<i>E. coli</i> (NMP/g)	$0,7 \times 10^6$	$9,0 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$	$2,2 \times 10^6$
EF (UFC/g)	Não realizado	$2,8 \times 10^8$	$3,5 \times 10^8$	$1,8 \times 10^8$

Analisando os dados da Tabela 4.13 verifica-se que o percentual de Sólidos Totais Voláteis presente na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos, foi em média de 93,39% (percentagem em peso). Isto significa dizer que de 1kg de resíduos

sólidos orgânicos coletados no Bairro dos Estados, 933,9g corresponde à massa de Sólidos Totais Voláteis em base seca. Quanto a Demanda Química de Oxigênio, identificou-se um valor percentual médio de 39,04%, significando dizer que, da massa de 1kg de resíduos sólidos apenas 390,4g corresponde à massa de DQO, isto também em base seca. E ainda que esta mesma fração apresenta-se com características ligeiramente ácida e com um valor médio de 77,52% de umidade. É necessário salientar que a umidade do papel, do papelão e até do plástico altera bastante o peso do lixo, não apenas a da matéria orgânica.

A fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos estudados nesta pesquisa é constituída em média de 51,88% de COT e 1,89% de NTK. Fornecendo uma relação C/N média de 27,45. Segundo KIEHL (1985), consideram-se os limites 25 e 35 como sendo as relações C/N mais recomendadas para uma rápida e eficiente compostagem. Relações baixas causam perdas praticamente inevitáveis de nitrogênio na forma de amônia, enquanto que altas relações tornam o processo prolongado.

Os índices de contaminação bacteriológica apresentados na Tabela 4.13 (Bairro dos Estados) são muito altos, por causa da presença de papel higiênico.

#### 4.5.2. Bairro do Centro – João Pessoa (PB).

Os resultados dos parâmetros físico, químico e bacteriológico analisados na fração orgânica putrescível dos RSU do bairro do Centro encontram-se na Tabela 4.14.

**Tabela 4.14. Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro do Centro – João Pessoa (PB).**

Parâmetros	Data			Média
	26/04/01	18/05/01	22/08/01	
pH	4.70	5.80	5.13	5.21
Umidade (%)	89.77	74.74	72.54	79.02
STF (%)	9.18	9.22	6.23	8.21
STV (%)	90.82	90.78	93.77	91.79
COT (%)	50.46	50.43	52.09	50.99
NTK (%)	1.81	1.40	1.50	1.57
DQO (%)	43.15	35.02	71.59	49.92
Condutividade elétrica (mS/cm)	Não realizado	2.23	1.42	1.83
CT (NMP/g)	$0,9 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$	$3,0 \times 10^8$	$1,8 \times 10^8$
CF (NMP/g)	$0,3 \times 10^8$	$0,2 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$
<i>E. coli</i> (NMP/g)	$2,2 \times 10^6$	Não realizado	$1,7 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$
EF (UFC/g)	Não realizado	$1,2 \times 10^7$	$0,2 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$

Ao analisar-se os dados do bairro do Centro na Tabela 4.14, verifica-se que o percentual de Sólidos Totais Voláteis presente na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos, foi em média de 91,79% (percentagem em peso). Isto significa dizer que de 1kg de resíduos sólidos orgânicos coletados, 917,9g corresponde à massa de Sólidos Totais Voláteis em base seca. Quanto a Demanda Química de Oxigênio, identificou-se um valor percentual médio de 49,92%, significando dizer que, da massa de 1kg de resíduos sólidos apenas 499,2g corresponde à massa de DQO (superior ao Bairro dos Estados), isto também em base seca. E ainda que esta mesma fração apresentou um pH levemente ácido e com um valor médio de 79,02% de umidade.

A fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos estudados nesta pesquisa é constituída em média de 50,99% de COT e 1,57% de NTK. Fornecendo uma relação C/N média de 32,48, dentro da faixa recomendada por KIEHL (1985). E os índices de contaminação bacteriológica apresentados na Tabela 4.14 (bairro do Centro) também são muito altos.

Estes valores, de maneira geral, em comparação aos encontrados no Bairro dos Estados são bem próximos daqueles, com exceção dos valores médios da DQO e do pH, que são superiores. Este último, devido a presença de muitos bares, lanchonetes e restaurantes neste bairro, o que gera uma maior quantidade de frutas ácidas, aumentando consequentemente o valor do pH, que foi o maior de todos os bairros estudados.

Como o bairro do Centro, o dos Estados apresenta um valor considerável de contaminação bacteriológica, onde a maior causa é a presença de papel higiênico misturado à matéria orgânica, como também do grande volume de fraldas descartáveis.

#### **4.5.3. Bairro de Cruz das Armas – João Pessoa (PB).**

Na Tabela 4.15 são apresentados os valores determinados para os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Cruz das Armas – João Pessoa (PB).

**Tabela 4.15. Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro do Cruz das Armas – João Pessoa (PB).**

Parâmetros	Data			Média
	19/03/01	29/05/01	05/09/01	
pH	4,91	5,20	4,64	4,92
Umidade (%)	78,68	74,60	76,40	76,56
STF (%)	9,20	10,79	7,31	9,10
STV (%)	90,80	89,21	92,69	90,90
COT (%)	50,44	49,56	51,49	50,50
NTK (%)	1,50	1,70	1,50	1,57
DQO (%)	53,03	44,12	31,02	42,72
Condutividade elétrica (mS/cm)	Não realizado	4,78	2,55	3,67
CT (NMP/g)	$0,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^8$	$3,0 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$
CF (NMP/g)	$0,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$
<i>E. coli</i> (NMP/g)	Não realizado	$8,0 \times 10^7$	$0,1 \times 10^6$	$2,0 \times 10^7$
EF (UFC/g)	Não realizado	$7,5 \times 10^6$	$9,6 \times 10^6$	$2,6 \times 10^6$

Analisando os dados da Tabela 4.15 verifica-se que o percentual de Sólidos Totais Voláteis presente na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos, foi em média de 90,90% (percentagem em peso). Isto significa dizer que de 1kg de resíduos sólidos orgânicos coletados no bairro de Cruz das Armas, 909,0g corresponde à massa de Sólidos Totais Voláteis em base seca. Quanto a Demanda Química de Oxigênio, identificou-se um valor percentual médio de 42,72%, significando dizer que, da massa de 1kg de resíduos sólidos apenas 427,2g corresponde à massa de DQO, isto também em base seca. E ainda que esta mesma fração apresenta-se com características ligeiramente ácida e com um valor médio de 76,56% de umidade.

A fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos estudados nesta pesquisa é constituída em média de 50,50% de COT e 1,57% de NTK. Fornecendo uma relação C/N média de 32,48, dentro da faixa recomendada por KIEHL (1985). E os índices de contaminação bacteriológica apresentados na Tabela 4.15 (bairro de Cruz das Armas), a exemplo dos anteriores, também são muito altos.

Ao comparar-se os valores acima com os dos bairros anteriores, constata-se que estes não são muito diferentes daqueles. Com exceção da DQO, que apresenta um valor médio inferior ao encontrado para o Bairro dos Estados e superior ao do bairro do Centro.

Como nos bairros anteriores, a maior causa de contaminação bacteriológica de Cruz das Armas é o papel higiênico e a fralda descartável misturados à matéria orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos.

**4.5.4. Bairro de Manaíra – João Pessoa (PB).**

Na Tabela 4.16 são apresentados os valores determinados para os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Manaíra – João Pessoa (PB).

**Tabela 4.16. Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Manaíra – João Pessoa (PB).**

Parâmetros	Data			Média
	11/04/01	13/06/01	22/08/01	
pH	4,50	5,20	4,72	4,81
Umidade (%)	79,04	71,94	66,57	72,52
STF (%)	6,21	11,57	9,10	8,96
STV (%)	93,79	88,43	90,90	91,04
COT (%)	52,11	49,13	50,50	50,58
NTK (%)	2,05	2,60	2,40	2,35
DQO (%)	26,13	41,01	48,13	38,42
Condutividade elétrica (mS/cm)	Não realizado	2,43	2,95	2,69
CT (NMP/g)	$1,6 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$	$0,2 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$
CF (NMP/g)	$1,6 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$0,2 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$
<i>E. coli</i> (UFC/g)	$0,7 \times 10^5$	$8,0 \times 10^7$	$3,3 \times 10^5$	$2,0 \times 10^7$
EF (UFC/g)	Não realizado	$3,2 \times 10^7$	$0,3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7$

Ao analisar-se os dados do bairro de Manaíra na Tabela 4.16, verifica-se que o percentual de Sólidos Totais Voláteis presente na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos, foi em média de 91,04% (percentagem em peso). Isto significa dizer que de 1kg de resíduos sólidos orgânicos coletados, 910,4g corresponde à massa de Sólidos Totais Voláteis em base seca. Quanto a Demanda Química de Oxigênio, identificou-se um valor percentual médio de 38,42%, significando dizer que, da massa de 1kg de resíduos sólidos apenas 384,2g corresponde à massa de DQO (superior ao Bairro dos Estados), isto também em base seca. E ainda que esta mesma fração apresentou um pH levemente ácido e com um valor médio de 72,52% de umidade.

A fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos estudados nesta pesquisa é constituída em média de 50,58% de COT e 2,35% de NTK. Fornecendo uma relação C/N média de 21,52, este valor é inferior à faixa recomendada por KIEHL (1985). E os índices de contaminação bacteriológica apresentados na Tabela 4.16 (bairro de Manaíra), a exemplo dos anteriores, também são muito altos.

Em comparação aos bairros anteriores, apresenta um valor médio de sólidos totais próximo daqueles, e valores da relação C/N, DQO e umidade um pouco abaixo.



O bairro de Manaíra, a exemplo dos demais, também apresenta um alto índice de contaminação bacteriológica, pelos mesmos motivos, ou seja, presença de papel higiênico e de fraldas descartáveis na massa de RSU, o que provoca a contaminação da fração orgânica putrescível.

#### 4.5.5. Bairro de Mangabeira – João Pessoa (PB).

Os resultados dos parâmetros físico, químico e bacteriológico analisados na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Mangabeira encontram-se na Tabela 4.17.

**Tabela 4.17. Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Mangabeira – João Pessoa (PB).**

Parâmetros	Data			Média
	27/03/01	31/05/01	29/08/01	
pH	4,40	4,60	4,26	4,42
Umidade (%)	70,12	73,09	74,71	72,64
STF (%)	6,51	11,85	8,89	9,08
STV (%)	93,49	88,15	91,11	90,92
COT (%)	51,94	48,97	50,62	50,51
NTK (%)	1,78	2,40	2,20	2,13
DQO (%)	41,68	65,97	62,05	56,57
Condutividade elétrica (mS/cm)	Não realizado	1,94	2,15	2,05
CT (NMP/g)	$2,4 \times 10^7$	$3,0 \times 10^7$	$3,5 \times 10^7$	$2,1 \times 10^7$
CF (NMP/g)	$2,4 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$	$3,5 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$
<i>E. coli</i> (NMP/g)	Não realizado	$8,0 \times 10^6$	$0,9 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$
EF (UFC/g)	Não realizado	$1,5 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$

Analisando os dados da Tabela 4.17 verifica-se que o percentual de Sólidos Totais Voláteis presente na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos, foi em média de 90,92% (percentagem em peso). Isto significa dizer que de 1kg de resíduos sólidos orgânicos coletados no bairro de Mangabeira, 909,2g corresponde à massa de Sólidos Totais Voláteis em base seca. Quanto a Demanda Química de Oxigênio, identificou-se um valor percentual médio de 56,57%, significando dizer que, da massa de 1kg de resíduos sólidos apenas 565,7g corresponde à massa de DQO, isto também em base seca. E ainda que esta mesma fração apresenta-se com características ligeiramente ácida e com um valor médio de 72,64% de umidade.

A fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos estudados nesta pesquisa é constituída em média de 50,51% de COT e 2,13% de NTK. Fornecendo uma relação

(1985). E os índices de contaminação bacteriológica apresentados na Tabela 4.17 (bairro de Mangabeira), a exemplo dos anteriores, também continuam muito altos.

Ao comparar-se os valores acima aos dos bairros de Manaíra, Cruz das Armas, Centro e Bairro dos Estados, constata-se que apresenta um valor médio da DQO superior (acima de 55%). E o valor médio da relação C/N próximo ao de Manaíra e inferior aos demais. Os outros parâmetros dentro da média dos citados bairros. Também apresenta um elevado índice de contaminação bacteriológica, pelos mesmos motivos dos demais.

#### 4.5.6. Bairro de Tambaú – João Pessoa (PB).

Os resultados dos parâmetros físico, químico e bacteriológico analisados na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Tambaú encontram-se na Tabela 4.18.

**Tabela 4.18. Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos do bairro de Tambaú – João Pessoa (PB).**

Parâmetros	Data			Média
	18/04/01	06/06/01	30/08/01	
pH	5,30	4,00	4,61	4,64
Umidade (%)	82,94	74,30	74,33	77,19
STF (%)	20,21	11,82	6,05	12,69
STV (%)	79,79	88,18	93,95	87,31
COT (%)	44,33	48,99	52,19	48,50
NTK (%)	1,95	1,80	2,70	2,15
DQO (%)	43,53	79,92	85,78	69,74
Condutividade elétrica (mS/cm)	Não realizado	1,71	1,65	1,68
CT (NMP/g)	$1,6 \times 10^8$	$0,3 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$
CF (NMP/g)	$1,6 \times 10^8$	$0,1 \times 10^8$	$0,8 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$
<i>E. coli</i> (NMP/g)	$0,4 \times 10^6$	Não realizado	$1,7 \times 10^7$	$1,2 \times 10^7$
EF (UFC/g)	Não realizado	$4,2 \times 10^7$	$0,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$

Ao analisar-se os dados do bairro de Tambaú na Tabela 4.18, verifica-se que o percentual de Sólidos Totais Voláteis presente na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos, foi em média de 87,31% (percentagem em peso). Isto significa dizer que de 1kg de resíduos sólidos orgânicos coletados, 873,1g corresponde à massa de Sólidos Totais Voláteis em base seca. Quanto a Demanda Química de Oxigênio, identificou-se um valor percentual médio de 69,74%, significando dizer que, da massa de 1kg de resíduos sólidos apenas 697,4g corresponde à massa de DQO (superior ao

Bairro dos Estados), isto também em base seca. E ainda que esta mesma fração apresentou um pH levemente ácido e com um valor médio de 77,19% de umidade.

A fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos estudados nesta pesquisa é constituída em média de 48,50% de COT e 2,15% de NTK. Fornecendo uma relação C/N média de 22,56. A exemplo dos bairros de Mangabeira e Manaíra, este valor encontra-se abaixo da faixa recomendada por KIEHL (1985) para uma rápida e eficiente compostagem. E os índices de contaminação bacteriológica também são muito elevados.

Em comparação aos bairros anteriores, apresenta um valor médio de pH próximo daqueles, o menor valor médio de sólidos totais, maior valor médio de DQO e relação C/N próximo ao dos bairros de Mangabeira e Manaíra.

#### **4.5.7. Resultados da Caracterização Física, Química e Bacteriológica da Fração Orgânica Putrescível dos Resíduos Sólidos Urbanos de seis bairros da cidade de João Pessoa (PB)**

A Tabela 4.19 mostra os valores médios dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos dos seis bairros avaliados da cidade de João Pessoa (PB).

**Tabela 4.19. Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos de seis bairros da cidade de João Pessoa (PB).**

Parâmetros	Bairros						Média Final
	B. Estados	Centro	C Armas	Manaira	Mangabeira	Tambaú	
pH	4,79	5,21	4,92	4,81	4,42	4,64	4,80
Umidade (%)	77,52	79,02	76,56	72,52	72,64	77,19	75,91
STF (%)	6,61	8,21	9,10	8,96	9,08	12,69	9,11
STV (%)	93,39	91,79	90,90	91,04	90,92	87,31	90,89
COT (%)	51,88	50,99	50,50	50,58	50,51	48,50	50,49
NTK (%)	1,89	1,57	1,57	2,35	2,13	2,15	1,94
C/N	27,45	32,48	32,17	21,52	23,71	22,56	26,03
DQO (%)	39,04	49,92	42,72	38,42	56,57	69,74	49,40
Condutividade elétrica (mS/cm)	3,23	1,83	3,67	2,69	2,05	1,68	2,53
CT (NMP/g)	$2,0 \times 10^8$	$1,8 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$	$2,1 \times 10^7$	$1,6 \times 10^8$	$2,1 \times 10^8$
CF (NMP/g)	$1,7 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$	$1,9 \times 10^7$	$1,4 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$
<i>E. coli</i> (NMP/g)	$2,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^6$	$2,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$
EF (UFC/g)	$1,8 \times 10^8$	$1,1 \times 10^7$	$2,6 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7$	$1,7 \times 10^6$	$1,6 \times 10^7$	$2,8 \times 10^7$

Analisando os dados da Tabela 4.19 verifica-se que do ponto de vista de contaminação bacteriológica, todos os bairros apresentam altos índices de

Analisando os dados da Tabela 4.19 verifica-se que do ponto de vista de contaminação bacteriológica, todos os bairros apresentam altos índices de contaminação, com variação dos coliformes totais de  $1,9 \times 10^7$  a  $2,0 \times 10^8$  NMP/g, os coliformes fecais de  $1,9 \times 10^7$  a  $1,7 \times 10^8$  NMP/g, *E. coli* de  $1,6 \times 10^6$  a  $2,2 \times 10^7$  NMP/g e os estreptococos fecais de  $1,7 \times 10^6$  a  $1,8 \times 10^8$  UFC/g. Com o bairro de Mangabeira apresentado os menores índices e o Bairro dos Estados os maiores. Neste estudo ficou difícil detectar as possíveis causas desta diferença, tendo em vista todos receberem a influência direta do equipamento de coleta. Logo, o grau de compactação no equipamento de coleta contribui para que a contaminação existente nos diversos componentes dos RSU, especialmente o papel higiênico e fraldas descartáveis, alcançasse também a fração orgânica putrescível, tornando, o manejo inadequado destes resíduos com estes índices de contaminação poderá trazer sérios riscos à saúde.

#### 4.5.7.1. Comparação de alguns parâmetros físicos e químicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos de seis bairros da cidade de João Pessoa (PB) com os obtidos no Distrito Federal, Córdoba (Espanha), Aracaju (SE), São Paulo (SP) e Campina Grande (PB).

A Figura 4.9, foi elaborada a partir dos valores médios discriminados na Tabela 4.19 e dos valores apresentados na Tabela 2.9, com o objetivo de comparar os resultados encontrados em seis bairros da cidade de João Pessoa (PB) àqueles obtidos no Distrito Federal, Córdoba (Espanha), Aracaju (SE), São Paulo (SP) e Campina Grande (PB).

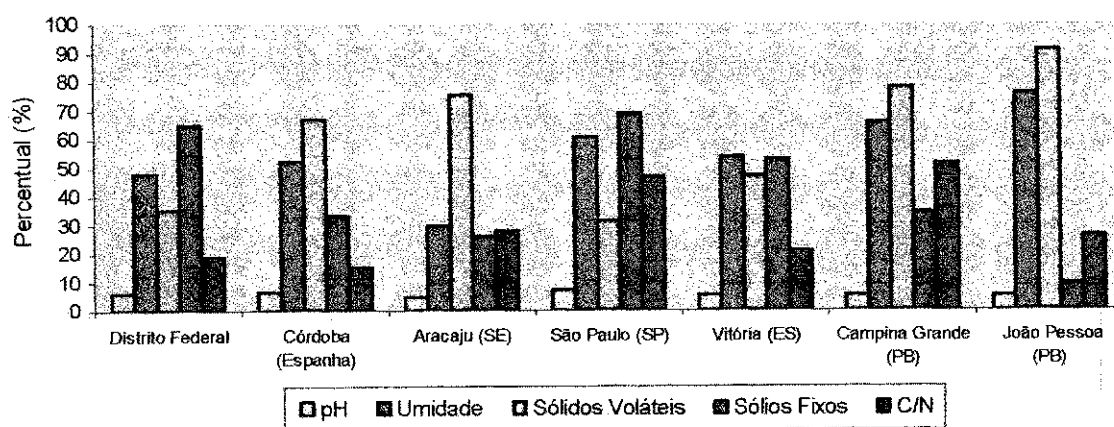


FIGURA 4.9. Comparação de alguns parâmetros físicos e químicos da fração orgânica putrescível dos RSU de seis (06) bairros de João Pessoa (PB) com os do Distrito Federal, Córdoba (Espanha), Aracaju (SE), São Paulo (SP) e Campina Grande (PB).

Embora existam diferenças de metodologias, de clima, de operacionalização, etc. na obtenção dos parâmetros físicos e químicos demonstrados na Figura 4.9, ao analisar-se estes resultados percebe-se que os resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB) apresenta um pH levemente ácido, que não é diferente do das outras cidades. Já o teor de umidade é bem maior do que o apresentado pelas outras cidades, necessitando ser corrigido para menor caso seja utilizado em um possível processo de compostagem, para alcançar a faixa ideal, entre 40 a 60% (KIEHL, 1985).

O percentual de sólidos voláteis, em relação a matéria orgânica, ficou bem acima do valor médio nacional, que segundo MERCEDES (1998), encontra-se acima de 60%. Mas, ao comparar-se com os valores das outras cidades da Figura 4.9, observa-se que somente o Distrito Federal, São Paulo (SP) e Vitória (ES) estariam dentro na média brasileira. E que, em relação às cidades nordestinas estas também estão acima da média e inferior a João Pessoa (PB).

O valor encontrado na cidade de João Pessoa (PB) referente a relação C/N, de aproximadamente 26:1 (Tabela 4.19), dentro dos limites (mínimo de 25/1 e máximo de 35/1) mais recomendados para uma rápida e eficiente compostagem (KIEHL, 1985), que em comparação com as demais localidades somente Aracaju (SE) apresenta número parecidos, as demais estão fora dos destes limites.

No entanto, ao analisar-se estes parâmetros físicos e químicos da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos destas diferentes localidades, não se pode desprezar o fato da peculiaridade de cada uma, o que certamente influencia diretamente na obtenção destes resultados.

#### **4.5.7.2. Comparação do indicadores de contaminação bacteriológica obtidos na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB) com os obtidos em Belo Horizonte, Coimbra, Viçosa (MG), Cuiabá (MT) e nos Estados Unidos da América do Norte.**

Segundo CEBALLOS (2000), quando se apresentam dados sobre os valores de coliformes totais (por exemplo, muito altos), deve-se buscar informações complementares com coliformes fecais e com *E. coli*. Se estes não se apresentam, e as informações de que está ocorrendo ou ocorreu contaminação fecal, deve-se identificar outro indicador: estreptococos fecais e *Clostridium perfringens*. Atualmente, para o caso

de águas residuárias, se aceita *E. coli* como o melhor indicador de contaminação fecal (CEBALLOS, 2000). No caso dos resíduos sólidos, o indicador mais usado é estreptococos fecais (NÓBREGA, 1991).

A Tabela 4.20, foi elaborada a partir dos valores médios discriminados na Tabela 4.19 e dos valores encontrados na literatura (Capítulo 2), com o objetivo de fazer uma comparação entre os resultados encontrados na cidade de João Pessoa (PB) e os obtidos em Belo Horizonte, Coimbra, Viçosa (MG), Cuiabá (MT) e nos Estados Unidos da América do Norte.

**Tabela 4.20. Comparação do indicadores de contaminação bacteriológica obtidos na fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa/PB com os obtidos em Belo Horizonte/MG, Coimbra/MG, Viçosa/MG, Cuiabá/MT e nos Estados Unidos da América do Norte.**

Local	Indicadores de Contaminação				Autores
	CT (NMP/g)	CF (NMP/g)	<i>E. coli</i> (NMP/g)	EF (UFC/g)	
João Pessoa (PB)	$2,1 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	$2,0 \times 10^7$	$2,8 \times 10^7$	FLÓRES NETO (2002)
Belo Horizonte (MG) <sup>(3)</sup>	-	-	-	$4 \times 10^5$	NÓBREGA (1991)
Belo Horizonte (MG) <sup>(4)</sup>	$2 \times 10^7$	-	-	$7 \times 10^8$	MERCEDES (1993)
Viçosa (MG) <sup>(4)</sup>	$5 \times 10^7$	-	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^6$	MERCEDES (1993)
Coimbra (MG) <sup>(5)</sup>	-	-	-	$8 \times 10^5$	BRITO (2000)
Cuiabá (MT) <sup>(6)</sup>	$1,1 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	-	$1,1 \times 10^8$	SMSU (2001)
Estados Unidos <sup>(7)</sup>	$7,7 \times 10^8$	$4,7 \times 10^8$	-	$2,5 \times 10^9$	PALMISANO & MORTON (1996)

Os valores encontrados neste trabalho para coliformes totais estão bem próximos dos obtidos em Belo Horizonte e Viçosa (MG), e na mesma faixa dos determinados em Cuiabá (MT) e nos Estados Unidos. Quanto ao coliformes fecais estão na mesma faixa dos obtidos em Cuiabá/MT e nos Estados Unidos. Quanto a *E. coli* o valor obtido em João Pessoa (PB) foi praticamente igual ao determinado por MERCEDES (1993) na cidade de Viçosa (MG).

Ao analisar-se a Tabela 4.20 acima, observa-se que o valor de estreptococos fecais determinado em João Pessoa (PB) foi menor do que os obtidos em Cuiabá (MT), Belo Horizonte (MG) (MERCEDES, 1993) e nos Estados Unidos, e maior do que os de Coimbra, Viçosa e Belo Horizonte (MG) (NÓBREGA, 1991). Vale salientar que, os valores obtidos na cidade de Belo Horizonte (MG) tiveram uma variação para maior no período de aproximadamente um (01) ano, pois segundo a literatura consultada Nóbrega (1991) realizou seu experimento em 1990 e os valores de Mercedes (1993) em 1991.

Logo, percebe-se que estes indicadores podem variar significativamente no relativo espaço de tempo. E que, certamente outros fatores, como forma de coleta, manuseio da amostra e técnica aplicada na determinação dos indicadores poderão influenciar nos seus resultados. Além de que ainda não existe uma técnica específica para determinação destes indicadores para resíduos sólidos.

**Capítulo 5**  
**Conclusões e Recomendações**



## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados obtidos no estudo da composição gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade João Pessoa/PB, pode-se concluir-se que:

- ✓ A população total dos bairros pesquisados correspondeu a 22% (vinte e dois por cento) da população urbana do município de João Pessoa/PB e, como resultado da taxa de produção *per capita* dos resíduos sólidos urbanos, foi encontrado o valor médio de  $0,83 \text{ kg. hab}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ ;
- ✓ O valor do peso específico aparente médio dos resíduos sólidos urbanos encontrado para a cidade de João Pessoa/PB foi de  $268,44 \text{ Kgf.m}^{-3}$ ;
- ✓ O componente “matéria orgânica”, foi a parcela predominante da composição gravimétrica dos RSU, correspondendo à 53,81% da geração diária, demonstrando a viabilidade quantitativa de reciclagem deste componente, através de um processo de compostagem;
- ✓ Os outros componentes inorgânicos potencialmente recicláveis dos RSU corresponderam às seguintes parcelas da geração diária: 13,95% de plásticos, 6,15% de papel/papelão, 1,89% de metais e 1,30% de vidros, totalizando 23,29% da geração diária de resíduos sólidos urbanos que poderão ser reinseridos no processo produtivo, sem necessidade de retirar matéria-prima da natureza;
- ✓ Os bairros que apresentaram os maiores percentuais totais de materiais potencialmente recicláveis foram: Tambaú com 25,82%, Manaira com 25,17% e o Centro com 24,68%, onde nos dois primeiros bairros já existe um projeto de coleta seletiva porta-a-porta já implantado pela EMLUR;
- ✓ Os componentes não utilizáveis dos RSU corresponderam às seguintes parcelas da geração diária: 12,95% de diversos, 2,95% de trapos e 1,25% de couro, borracha e madeira;
- ✓ O componente coco, que em alguns estudos é considerado junto com a matéria orgânica, correspondeu a 5,76% da geração diária, onde já existe estudo e aplicação do mesmo em diversos tipos de artesanatos e no enchimento de estofados para caminhões, que seria algumas das sugestões para sua utilização,

no entanto, não foi possível obter informações sobre valores monetários e mercado destes produtos;

✓ O teor de umidade da fração orgânica putrescível dos RSU, em base úmida, apresentou um valor médio de 75,91%, bem maior do que o apresentado pelas outras cidades, necessitando ser corrigido para menor caso seja utilizado em um possível processo de compostagem, para alcançar a faixa ideal, entre 40 a 60% (KIEHL, 1985);

✓ A fração orgânica putrescível dos RSU apresentou características ligeiramente ácida (pH=4,80) e a relação C/N (26/1) determinada, caso seja utilizado na produção de composto orgânico, foi dentro do limite recomendado para uma rápida e eficiente compostagem (KIEHL, 1985);

✓ As análises bacteriológicas apresentaram alta contaminação da fração orgânica putrescível dos resíduos sólidos urbanos, foram determinados os seguintes valores médios, expressos em NMP/g: CT igual a  $2,1 \times 10^8$ , CF igual a  $2,0 \times 10^8$ , *E. coli* igual a  $2,0 \times 10^7$  e E.F igual a  $2,8 \times 10^7$ .

Frente às conclusões anteriormente estabelecidas e aos fatos observados ao longo do estudo, recomenda-se que:

- ✓ Seja realizado o estudo da composição gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos nos demais bairros da cidade de João Pessoa/PB;
- ✓ Seja realizado um estudo por domicílio da composição gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa/PB, a partir de uma amostra definida estatisticamente, que representa a população urbana da cidade para efeito de comparação com os outros já realizados, bem a produção *per capita* e peso específico aparente (sem a influência da compactação);
- ✓ Seja ampliado pela EMLUR o seu programa de coleta seletiva e feito investimentos em sistemas de tratamento e destinação dos resíduos sólidos, a partir de um plano de gerenciamento integrado destes resíduos;
- ✓ Seja realizado um novo estudo da composição dos RSU, cada amostra coletada da fração orgânica putrescível tenha suas análises física, química e bacteriológica sejam realizadas ao longo do período do estudo e não de forma

- estaque como foi o caso em voga, ou seja, verificar o seu comportamento em um possível o processo de degradação por menor que seja este espaço de tempo;
- ✓ Seja estudado a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa/PB levando em consideração a presença do entulho da construção civil, o que não foi possível neste trabalho;
  - ✓ Seja estudado pela EMLUR a viabilidade da implantação de uma central de triagem piloto no bairro de Mangabeira, para aproveitamento dos materiais potencialmente recicláveis e da matéria orgânica putrescível presentes nos RSU daquele bairro (o mais populoso da cidade), onde poderia ser também aproveitado em um processo de compostagem os resíduos sólidos provenientes da EMPASA (Empresa Paraibana de Abastecimento S/A), que fica a cerca de 5 Km;
  - ✓ Os serviços de limpeza urbana passe a adotar as novas alternativas tecnológicas, tanto para coleta e transporte, como também de tratamento e destinação final, objetivando tornar-se mais eficiente e menos oneroso. Além de oferecer uma melhor qualidade de vida à população e diminuir os possíveis impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos.

**Capítulo 6**  
**Referências Bibliográficas**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA - n.º 50, São Paulo – SP. Janeiro 1999.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 10.004 - **Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 10.007 - **Amostragem de Resíduos**. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 10157 - **Aterros de Resíduos Perigosos – Critérios para Projeto, Construção e Operação**. Rio de Janeiro, 1987.

AGUIAR, A. & PHILIPPI JÚNIOR, A. **Reciclagem de Plásticos de Resíduos Domésticos: Problemas e Soluções**. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – AIDIS, Peru, XXVI, 1998.

AMORIM, V. P. & AGUIAR, M. I. O. **As Características Físicas e Químicas do Lixo do Distrito Federal**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 10º, Manaus – AM, 1979.

ANDRADE, J. B. L. **Determinação da Composição Gravimétrica, Peso Específico Aparente e Teor de Umidade dos Resíduos Sólidos Produzidos na cidade de Manaus**. Apostila do curso de atualização sobre resíduos sólidos urbanos, ministrado pela CETESB, [S.I.], [1995]

APHA – AWWA – WPCF – **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health 19ª Edition, Washington D.C, 1995.

APHA – AWWA – WPCF – **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health 20ª Edition, Washington D.C, 1998.

AVEZUM, M. C. C. A. & SCHALCH, V. **Avaliação da Eficiência de uma Usina de Reciclagem e Compostagem: Estudo de Caso.** Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – AIDIS, México, XXV, 1996.

AZEVEDO, M. A., SOBRINHO, N. L. C., PEREIRA C. B. **Avaliação do Emprego de uma Nova Tecnologia para Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Urbanos.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 19º, Foz do Iguaçu – PR, 1997.

AZEVEDO, M. A. *et al.* **Proposição de uma Metodologia para a Definição de um Plano de Amostragem para Determinação das Características Físicas dos Resíduos Sólidos Domiciliares.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 18º, Salvador – BA, 1995.

BATISTA, F. R. M. **Estudo da Composição Física dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Vitória e Eficiência de Separação no Processo de Triagem na Usina de Lixo de Vitória – ES.** Limpeza Pública. São Paulo, n.º 42, p. 10-15, jul./dez. 1993.

BARRETO, E. M. S. **Estudo das Características Físico-Químicas dos Resíduos Sólidos do Setor Comercial da Cidade de Vitória/ES.** Dissertação de mestrado (Mestrado \_Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Vitória, 1999.

BERRÍOS, M. R. **A Produção de Resíduos Sólidos Residenciais em Cidade de Porte Médio e a Organização do Espaço. O Caso de Rio Claro, SP.** Dissertação de mestrado (Mestrado em Geociências). Universidade Estadual Paulista, 171 p, 1986.

BEZERRIL JÚNIOR, **Caracterização Quantitativa e Qualitativa dos Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de São Paulo.** . Revista Engenharia, Ano 58, n.º544, p.77-84, Março/Maio, 2001.

BIDONE, F. R. A & POVINELLI, J. – **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos.** São Carlos: EESC/USP, 120p, 1999.

BRITO, K. G. Q. **Estimativa dos Ganhos Sócio-Econômicos Obtidos com a Reciclagem de Lixo. Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo de Coimbra (MG) – Estudo de Caso.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Campina Grande, 102p, 2000.

CASTRO, M. S. M. V. **Lixo: Análise Induz Modelo de Gestão.** Saneamento Ambiental, n.º 55, p 38-41, Janeiro/Fevereiro, 1998.

CEBALLOS, B. S. O . **Utilização de Indicadores Microbiológicos na Tipologia de Ecossistemas Aquáticos do Trópico Semi-árido.** Tese de Doutorado. Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, 195p, 1995.

CEBALLOS, B. S. O. **Microbiología Sanitaria y Ambiental** In MENDONÇA, S. R. **Sistemas de Lagunas de Estabilización.** Mc Graw-Hill Internamericana. Colombia, p. 68-106, 2000.

CEMPRE (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM). **Municípios Fazem da Reciclagem o Caminho para Resgatar Cidadania dos Catadores que Vivem Dentro dos Lixões.** CEMPRE Informa, n.º 44, Março/Abril, 1999.

CEMPRE (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM). **Reciclagem Pode Gerar Milhares de Novos Postos de Trabalho com Baixos Investimentos.** CEMPRE Informa, n.º 50, Março/Abril, 2000.

CERQUEIRA, L. – **A Ousadia de Integrar Governo, Técnica e Sociedade.** Rev. Saneamento Ambiental , nº 67, p. 24-32, 1999.

CINTRA, I. S. **Um Estudo da Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Domésticos do bairro Cidade Nova em Belo Horizonte – MG.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 18º, Salvador – BA, 1995.

COSTA, A. C. F. **Os Caminhos dos Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Porto Alegre/RS: Da Origem ao Destino Final.** Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRS. 144 p, 1998.

DALTRO FILHO, J. *et al.* **Caracterização do Lixo Doméstico de uma Cidade: Estudo de Caso da Cidade de Aracaju – Sergipe – Brasil.** Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA, 7º, Lisboa – Portugal, 1996.

EPA (1999) U.S. Environmental Protection Agency “**Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1994 Update**”, EPA/530 – R- 94 – 042. November 1994.

FARIAS, A. B. **Parâmetros de Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Centro de Tecnologia e Geociência. Engenharia Civil. 86 p, 2000.

FERREIRA, S. R. M., JUCÁ, J. F. T., FLORES NETO, J. P., MARIANO, M. O. H., LIMA, J. D., MELO, V. L. A., **Destinação Final de Resíduos Sólidos – Modelo Proposto para o Município do Rio Formoso/PE.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 21º, João Pessoa-PB, 2001.

FLORES NETO, J. P., LIMA, J. D., NÓBREGA, C. C. **Caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares Gerados em uma Capital do Nordeste do Brasil: O caso João Pessoa.** Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – AIDIS, Peru, XXVI, 1998.

FLORES NETO, J. P., LIMA, J. D., NÓBREGA, C. C. **Determinação da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de João Pessoa – PB.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 20º, Rio de Janeiro – RJ, 1999.

FLORES NETO, J. P. *et al.* **Uma Abordagem sobre os Resíduos Sólidos Industriais do Município de João Pessoa – Paraíba / Brasil.** Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA, 9º, Porto Seguro – Brasil, 2000.

FLORES NETO, J. P. *et al.* **Ação Mangue Limpo – Educação Ambiental e Exemplo de Cidadania no Município do Rio Formoso - PE.** Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos – ABES, 4º, Recife - PE, 2000.



FLORES NETO, J. P., LIMA, J. D., NÓBREGA, C. C., RUBERG, C. **Ações de Limpeza Urbana em Comunidades de Dificil Acesso na Cidade de João Pessoa/PB.** Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos – ABES, 4º, Recife - PE, 2000.

FLORES NETO, J. P. *et. al.* **Avaliação e Proposta para Implantação da Coleta Domiciliar em uma Zona Geradora de Resíduos Sólidos na Cidade de João Pessoa.** Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos – ABES, 4º, Recife - PE, 2000.

FLORES NETO, J. P. *et. al.* **O Sistema Integrado de Destinação Final dos Resíduos Sólidos no Município do Rio Formoso - PE.** Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos – ABES, 4º, Recife - PE, 2000.

FLORES NETO, J. P. *et. al.* **Utilização de Modelos ARIMA para Previsão da Produção de Resíduos Domiciliares.** Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos – ABES, 4º, Recife - PE, 2000.

FLORES NETO, J. P. *et. al.* **Coleta Seletiva – Uma Experiência nos Bairros da Orla Marítima .** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 21º , João Pessoa, 2001

FLORES NETO, J. P. *et. al.* **Destinação Final de Resíduos Sólidos – Modelo Proposto para o Município do Rio Formoso - PE.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 21º , João Pessoa, 2001

FLORES NETO, J. P. *et. al.* **Um Levantamento sobre o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde Provenientes de Hospitais e Centros de Saúde do Município de João Pessoa/PB.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 21º , João Pessoa, 2001

FONSECA, E. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana.** 1ª ed. João Pessoa: Gráfica e Editora União, 122 p, 1999.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 1991.** João Pessoa, 1991.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1989**. Rio de Janeiro, Departamento de Estatística e Indicadores Sociais. 1992.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 1996**. João Pessoa, 1996.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2000**. João Pessoa, 2000.

GOMES, L. G. **Estudo da Caracterização Física e da Biodegradabilidade dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterros Sanitários**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 167p, 1989.

GONÇALVES, D. L. **O Crescimento da Produção de Lixo**. Revista Veja, Ano 30, n.º 24, Editora Abril, São Paulo, 18 de Julho, 1997.

GUALBERTO FILHO, A. , NÓBREGA, C. C., REIS, R. N. N. **Projeto de uma Usina de Compostagem de Resíduos Sólidos Domiciliares para a Cidade de Cabedelo, Paraíba, Brasil**. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – AIDIS, Peru, XXVI, 1998.

HENRIQUES, V. M. **Estudo da Composição Gravimétrica e Físico-Química dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de Vitória/ES**. Dissertação de mestrado (Mestrado Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. 144p, 1999.

JARDIM, N. S. *et al.* **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 1ª ed. São Paulo: Instituto de pesquisas Tecnológicas/CEMPRE, 1995. 277 p.

KIEHL, E. J. – **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 161p., 1985.

KIEHL, E. J. – **Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do composto**. Piracicaba: Ed. E. J. Kiehl, 171p. , 1998.

LEITE, V. D. – **Processo de Tratamento Anaeróbio de Resíduos Sólidos Urbanos Inoculados com lodo de Esgoto Industrial**. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1997.

LELIS, M. P. N. **Reintegração Ambiental de Resíduos Sólidos Urbanos**. Revista Ação Ambiental, Ano I, n.º 1, p.32, Agosto/Setembro, 1998.

LIMA, L. M. **LIXO - Tratamento e Biorremediação**. 3ªedição. Editora Hemus, São Paulo, 265p. , 1995.

LIMA, J. D. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. [s.e.], João Pessoa, 266p., 2001.

LINDENBERG, R. C. et al. **Caracterização do Lixo Domiciliar de Curitiba**. [s.n.], 23p, 1981.

LIMPURB (DEPARTAMENTO DE LIMPEZA URBANA DA CIDADE DE SÃO PAULO). **O lixo no Município de São Paulo**. <http://www.prodiam.sp.gov.br/limpurb/index.htm>, 2001.

LOPES, L. L. & PINHEIRO, S. B. **CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE NATAL – UMA CONTRIBUIÇÃO AO SISTEMA DE LIMPEZA**. Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA, 9º , Porto Seguro/BA – Brasil, 2000.

LUZ, F. X. R. **O tratamento do lixo**. Limpeza Pública, São Paulo, n.º 26, p. 1-22, dez. 1986.

MANSUR, G. L. & MONTEIRO, J.H.R.P.– **O que é preciso saber sobre limpeza urbana?**, Convênio IBAM/SNS-MBES. Rio de Janeiro, IBAM/CPU, 1993.

MERCEDES, S. S. P. **Perfil de Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de Belo Horizonte no ano de 1995.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 19º, Foz do Iguaçu – PR, 1997.

MERCEDES, S. S. P. **Contribuição ao Estudo da Eliminação de Organismos Patogênicos na Compostagem de Lixo Urbano.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Campina Grande, 1993.

MESQUITA, E. M. N. **Caracterização Física e Físico-Química dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Campina Grande/PB.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Campina Grande, 99p, 1999.

NAVAL, L. P. & GONDIM, S. M. **Caracterização Física e Físico-Química dos Resíduos Sólidos Urbanos Domésticos e Comerciais da cidade de Palmas/TO.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 21º, João Pessoa – PB, 2001.

NET ALMANAQUE. **Quanto Lixo uma Pessoa Produz em Toda a Sua Vida.** <http://www.superdicas.com.br/netalmanaque/index.htm>, 2001.

NÓBREGA, C. C. **Estudo e Avaliação de um Método Híbrido de Aeração Forçada para Compostagem em Leiras.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Campina Grande, 115p, 1991.

NÓBREGA, C.C. *et al.* – **Caracterização do Lixo Doméstico da Cidade de Aracaju: Resultados Preliminares.** VI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis – SC, 1994.

NÓBREGA, C.C. *et al.* **Lixo Doméstico: Estudo de Caso da Cidade de Aracaju – Sergipe – Brasil.** VII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental/3º Congresso da Água. Lisboa – Portugal, 1996.

NÓBREGA, C.C. *et al.* **Plano Diretor de Limpeza Urbana da Cidade de João Pessoa.** EMLUR. João Pessoa, 2000.

NUNESMAIA, M.F.S. **Lixo: Soluções Alternativas – Projeções a partir da Experiência da UEFS.** Universidade Estadual de Feira de Santana, 1997.

OLIVEIRA, A. M. V. *et. al.* **Caracterização de Resíduos Sólidos Domiciliares na cidade de Salvador/BA.** Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA, 9º, Porto Seguro/BA – Brasil, 2000.

OLIVEIRA, S. & PASQUAL, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos em Médias e Pequenas Comunidades.** Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – AIDIS, Peru, XXVI, 1998.

ORTH, M. H. A. & MOTTA, F. S. **Caracterização Gravimétrica e Físico-Química dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo Realizado em Maio de 1998.** Limpeza Pública, São Paulo, n.º 48, p. 1-15, ago. 1998.

PALMISANO, A. C. & MORTON, A. B. **Microbiology of Solid Waste.** CRC Press, Boca Raton, Florida, 1996.

PEREIRA NETO, J. T. – **Monitoramento da Eliminação de Organismos Patogênicos durante a Compostagem do Lixo Urbano e Lodo de Esgoto pelo Sistema de Pilhas Estáticas Aeradas.** Revista de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro – Brasil, vol. 27, p. 148-152., 1988.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem Processo de Baixo Custo.** UFV/LU/UNICEF, Belo Horizonte, 56p, 1996.

PESSIN, N., MANDELLI, S. M. C., SLOMPO, M. **Determinação da Composição Física e das Características Físico-Químicas dos Resíduos Sólidos Domésticos da Cidade de Caxias do Sul.** In: MANDELLI, S. M. C., LIMA, L. M. Q., OJIMA, M. K. **Tratamento de Resíduos Sólidos: Compêndio de Publicações.** 1ª ed. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, p. 67-99, 1991.

PESSIN, N. & SILVA, A. R. **Determinação da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domésticos da Cidade de Caxias do Sul – RS.** Simpósio

Internacional de Qualidade Ambiental – Gerenciamento e Certificação Ambiental, 3º, Porto Alegre - RS, 1998.

PHLLIPI JÚNIOR, A. **Saneamento do Meio**. FUNDACENRO/USP/FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA. Departamento de Saúde Ambiental. São Paulo, 1982.

PINTO, M. S. *et al.* **A coleta e disposição final do lixo no Brasil**, 1ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 228 p, 1979.

PORCEL, O. *et al.* **The Physical-Chemical Components of the Municipal Solid Waste of the City of Cordoba**. The Journal of Solid Waste Technology and Management. Chester, v. 24, nº 2, may 1997.

PORTUGAL FILHO, G. **Desperdício**. <http://www.gpca.com.br/gil/desperdico.html>, 1998.

REMÍGIO, A. F. N. **Estudo do Processo de Tratamento Aeróbio Conjugado de Resíduos Orgânicos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Campina Grande, 2001.

RIBEIRO, C. J. **Estudo de um Sistema de Reciclagem e Tratamento de Lixo Domiciliar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 1997.

ROCHA, A. A. **Encontro Técnico de Resíduos Sólidos no Estado de São Paulo**: Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Engenharia Ambiental/SP. 1993. p. 15-23.

RUBERG, C. & PHILLIPI JR., A. O. **Gerenciamento da Coleta Seletiva em Cidades Brasileiras**. VIII SILUBESA - SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. João Pessoa, 1998.

RUOCCO JÚNIOR, J. *et al.* **Determinação do Poder Calorífico Inferior do Lixo Domiciliar do Município de São Paulo**. [s.n.]. 23p, 1978.

SAKAI, S. **World Trends in MSW management** *Wast management*. Oxford, vol. 16, n.º 5-6, p 341-350, 1996.

SCHALCH, V. – **Curso: Resíduos Sólidos. Operação, Manutenção e Gerenciamento**. Brochura. Maceió/AL–Brasil, 227p., 1991.

SECRETARIA DE TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE DE PERNAMBUCO  
“**Diagnóstico sobre Resíduos Sólidos Urbanos e sua Disposição Final na Região Metropolitana do Recife**”, Programa de Qualidade de Águas, Relatórios<sup>o</sup> 05, 1999.

SENGÉS, G. H. **Limpeza Urbana**. Rio de Janeiro. [s.n.], 111p, 1969.

SMSU (SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS URBANOS DE CUIABÁ/MT.  
**Alguns Parâmetros Importantes sobre o Lixo.**  
[http://www.cuiaba.mt.gov.br/Smsu/res\\_par.htm](http://www.cuiaba.mt.gov.br/Smsu/res_par.htm) - 16k

TAVARES, M. U. N. *et al.* **Caracterização dos Resíduos Sólidos da Cidade de Fortaleza**. EMLURB/DLU. Fortaleza/CE, 1996.

TAVARSE, K. H. C., ABREU, F. H. **Gestão de Resíduos Sólidos em Belo Horizonte**. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – AIDIS, México, XXV, 1996.

TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., VIGIL, G. A. **Gestión Integral de Resíduos Sólidos**. 1ª ed. España: Macgraw-Hill, 1994.

UNICEF. **Pesquisa do Unicef - Fórum Nacional Lixo e Cidadania**.  
<http://www.unicef.org/brazil/lixoecidadania/pesquisaunicef/htm>, 2000.








UFAL (UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS). **Parâmetros e Caracterização dos Resíduos de Maceió**. Maceió/AL, 1997.

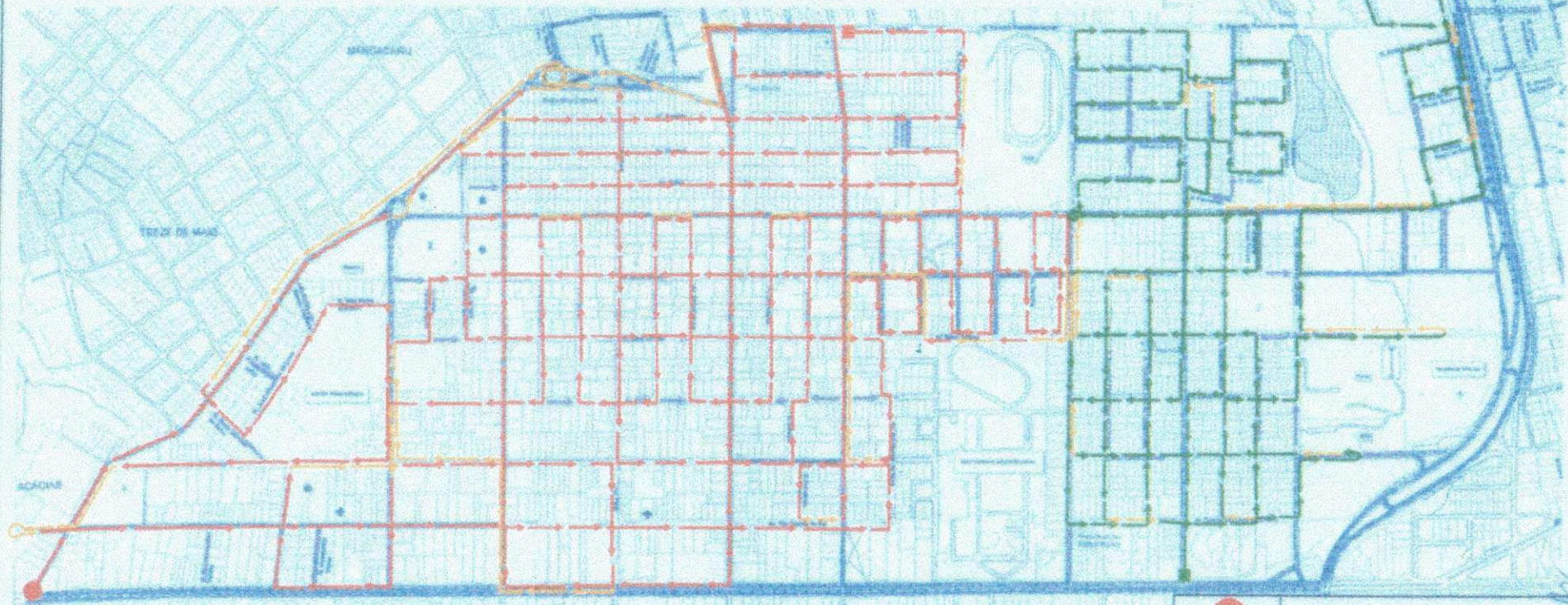
**ANEXOS**



## **ANEXOS 1**

**LEGENDA:**

- COLETA 1ª VIAGEM 
- COLETA 2ª VIAGEM 
- PUXADA 
- DESLOCAMENTO 
- DESLOCAMENTO DE RÉ 
- INÍCIO DO TRECHO 
- FIM DO TRECHO 



11 JUN. 2001

**LIMP FORT**  
 Eng.ª Ana Virginia de A. Costa  
 Rua: ... Nº 1000  
 ...



**PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA**

ESCALA: 1/500

FOLHA: 01

TÍTULO:

CONCORRÊNCIA PÚBLICA NACIONAL EDITAL Nº 001/2001  
 SERVIÇOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA-PB


ROTEIRO DE COLETA DOMICILIAR  
 BAIRRO DOS ESTADOS - PEDRO GONDIM DN05





**LEGENDA:**

- COLETA 1ª VIAGEM —
- COLETA 2ª VIAGEM —
- PUXADA —
- DESLOCAMENTO —
- DESLOCAMENTO DE RÉ —
- INÍCIO DO TRECHO →
- FIM DO TRECHO ←

 <b>PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA</b>		
ESCALA: S / ESC FOLHA Nº: 1/1	CONCORRÊNCIA PÚBLICA NACIONAL, EDITAL Nº 001/2009 SERVIÇOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA-PB	
TÍTULO: ROTEIRO DE COLETA DOMICILIAR CENTRO RESIDENCIAL - TAMBIA - ALTO DO ROGER		DN05

11 JUN 2001

LIMP FORT  
 Eng.º Gen.º Virgílio de A. Melo  
 SEÇÃO DE TÉCNICO  
 08/07/99 DNE

*Handwritten notes and signatures in blue ink, including a large signature and some illegible scribbles.*



LAGA DO BISPO

CORREIO

13 JUN 2007

**LEGENDA:**

-  COLETA 1ª VIAGEM
-  COLETA 2ª VIAGEM
-  PUXADA
-  DESLOCAMENTO DE RÉ
-  DESLOCAMENTO DE RÉ
-  INICIO DO TRECHO
-  FIM DO TRECHO



**PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA**

CONCORRÊNCIA PÚBLICA REGIONAL EDITAL Nº 007/2007  
SERVIÇO DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS  
UNIDADE NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB








ROTEIRO DE COLETA DOMICILAR  
CRUZ DAS ARMAS I



84/2007





**LEGENDA:**

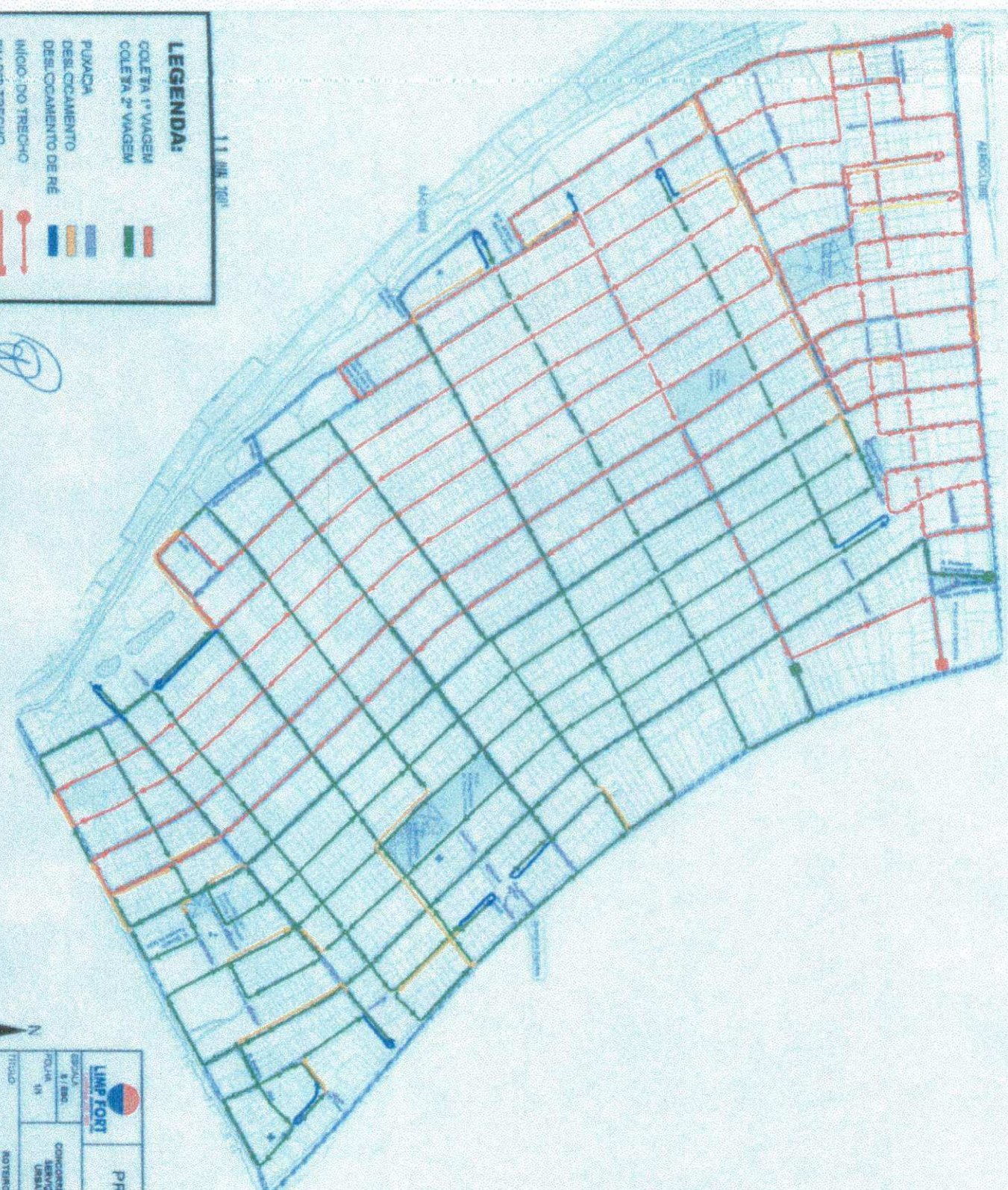
COLETA 1ª VIAGEM	
COLETA 2ª VIAGEM	
PUXADA	
DESLOCAMENTO	
DESLOCAMENTO DE RÉ	
INICIO DO TRECHO	
FIM DO TRECHO	

11 JAN. 2001

LIMP FORT  
 Eng.º Agos Virgílio de A. Moura  
 Engenheiro Técnico  
 CRP 2703/004

 <b>PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA</b>		
ESCALA 8 / 800	CONCORRÊNCIA PÚBLICA NACIONAL EDITAL Nº 001/2001 SERVIÇOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA-PB	
FOLHA Nº 01	TÍTULO ROTEIRO DE COLETA DOMICILIAR CRUZ DAS ARMAS V - BALEADO	IN04





**LEGENDA:**

COLETA 1ª VIAGEM (Green line)

COLETA 2ª VIAGEM (Orange line)

PUNTA DE DESLACAMENTO DE RÉ (Blue line)

INÍCIO DO TRECHO (Red line with arrow)

FIM DO TRECHO (Red line with arrow)



**LIMP FORTI**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA**

COMPARTAMENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

ROTEIRO DE COLETA DOMICILIAR

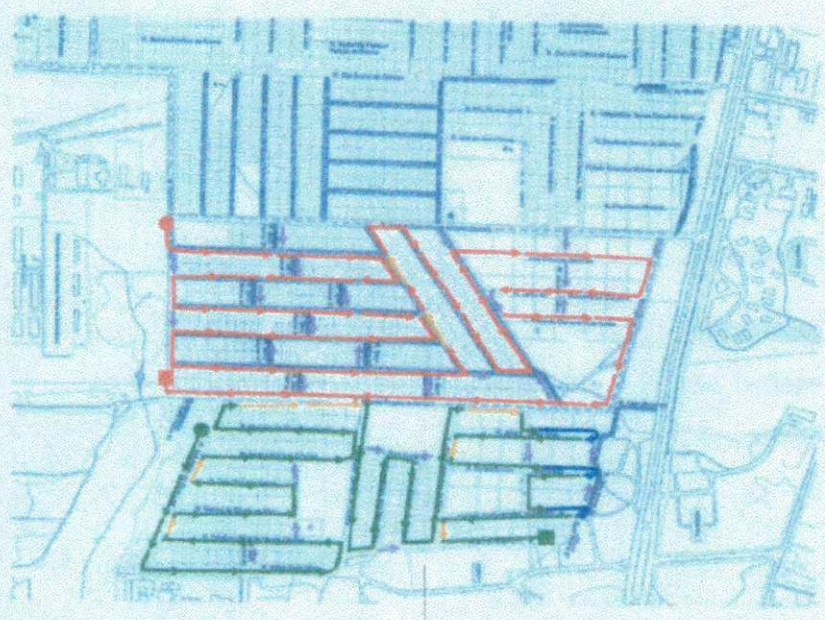
MAVIANA

DN01

*[Handwritten signatures and stamps]*

LIMP FORTI

Exp. 15/08/2014



**LEGENDA:**

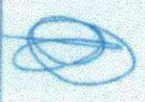
- COLETA 1ª VIAGEM
- COLETA 2ª VIAGEM
- PUXADA
- DESLOCAMENTO
- DESLOCAMENTO DE RÉ
- INICIO DO TRECHO
- FIM DO TRECHO

LIMP FORT  
 Eng.º Roberto de Almeida  
 Engenharia, Mecânica  
 e Estruturas

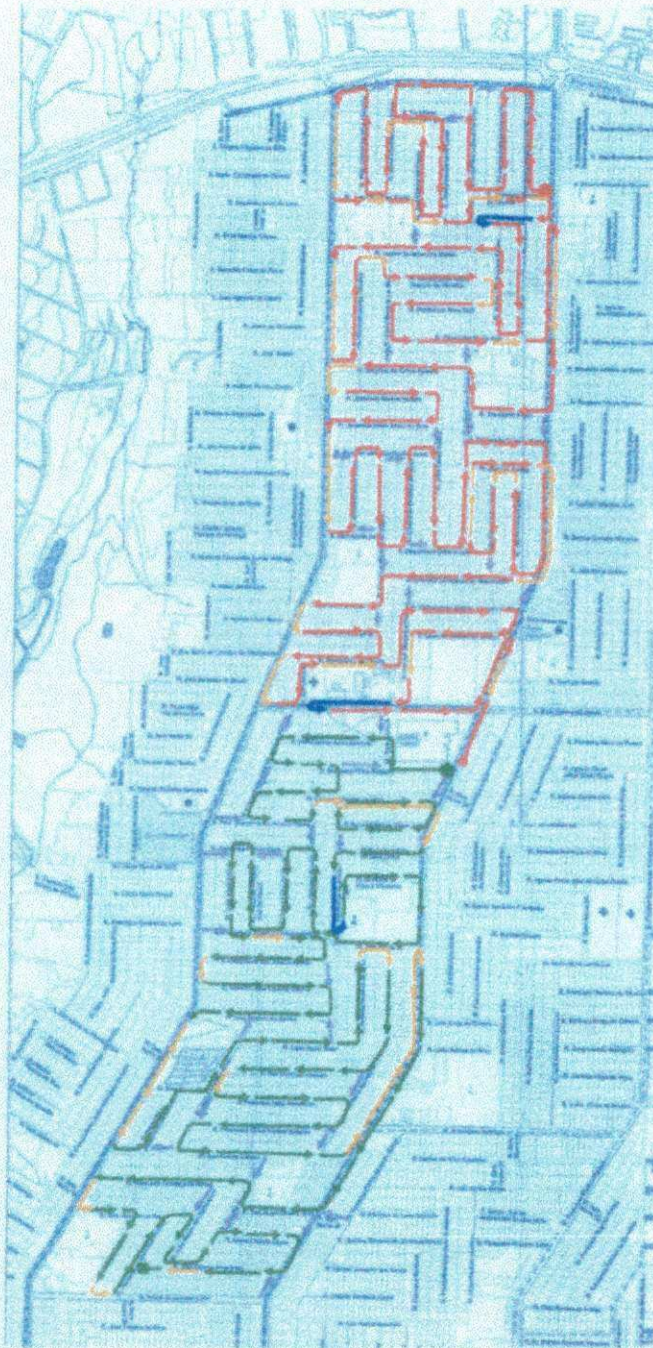
PREFEITURA MUNICIPAL  
 DE JOÃO PESSOA

		COMERCIALIZAÇÃO PÚBLICA NACIONAL, S/TA, P/ S/TA SERVIÇOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA	
RUA COLA 1ª Nº 51	Nº 51	NOTÍCIA DE COLETA DOMICILIAR MANOBRAS 1ª	PMS 4

11 JUN 2001



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature that appears to be 'Roberto de Almeida'.



11 JUN. 2007

**LEGENDA:**

COLETA 1ª VIAGEM	
COLETA 2ª VIAGEM	
PUXADA	
DESLOCAMENTO	
DESLOCAMENTO DE RÉ	
INÍCIO DO TRECHO	
FIM DO TRECHO	

LIMP FORT  
 Eng.º Rany Virgínia de A. Moura  
 RESPONSÁVEL TÉCNICO  
 CREA 20742/PA

*Handwritten signatures and initials in blue ink.*

 ESCALA: 0 / 1:000 FOLHA Nº: 15	<b>PREFEITURA MUNICIPAL          DE JOÃO PESSOA</b>	
	CONCORRÊNCIA PÚBLICA NACIONAL EDITAL Nº 001/2007 SERVIÇOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA-PB	
TÍTULO: ROTEIRO DE COLETA DOMICILIAR MANGABERA - IV		PN07



**LEGENDA:**

COLETA 1ª VIAGEM

COLETA 2ª VIAGEM

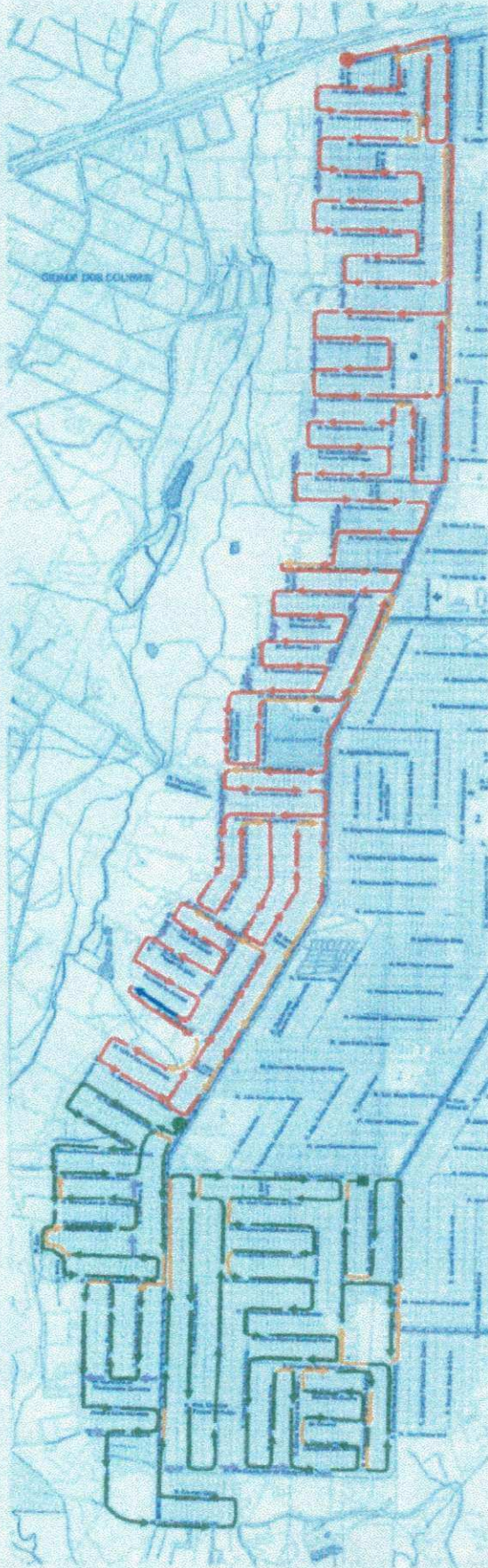
PUXADA

DESLOCAMENTO

DESLOCAMENTO DE RÉ

INÍCIO DO TRECHO

FIM DO TRECHO



PREFEITURA MUNICIPAL  
DE JOÃO PESSOA

SECÇÃO  
8 / REC.  
FOLHA Nº  
1/1

CONCORRÊNCIA PÚBLICA NACIONAL EDITAL Nº 001/2001  
SERVIÇOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

TÍTULO

ROTEIRO DE COLETA DOMICILIAR

MANGABEIRA - V

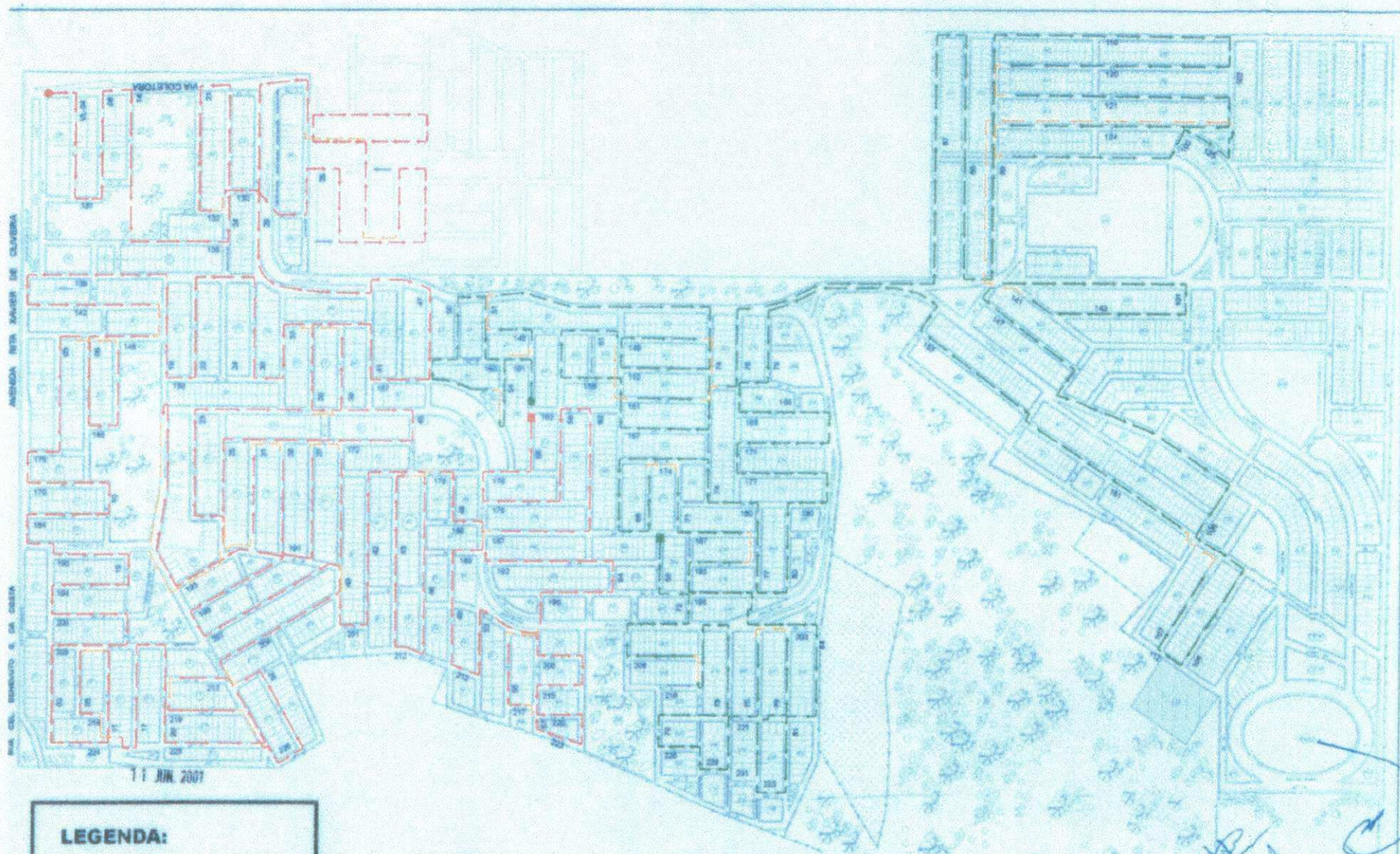
PN08



LIMP FORT  
Eng.º Paulo Vinícius de Azevedo  
COP/001/0000000

11 JUN. 2001





AV. DR. BERNARDO DE SA ODEBRE  
 AV. DR. MANOEL DE OLIVEIRA

11 JUN 2007


**LEGENDA:**

- COLETA 1ª VIAGEM
- COLETA 2ª VIAGEM
  
- PUXADA
- DESLOCAMENTO
- DESLOCAMENTO DE RÉ
  
- INÍCIO DO TRECHO  →
- FIM DO TRECHO ←



  
 Eng.º Raul Virgílio de A. Moura  
 Arquiteto Técnico  
 CREA 175.507





		<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA</b>	
ESCALA:	2 / ESC.	CONCORRÊNCIA PÚBLICA NACIONAL EDITAL Nº 001/2001 SERVIÇOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA-PB	
FOLHA:	111		
TÍTULO:		ROTEIRO DE COLETA DOMICILIAR CIDADE VERDE (SANGAS-ERA)	PD10

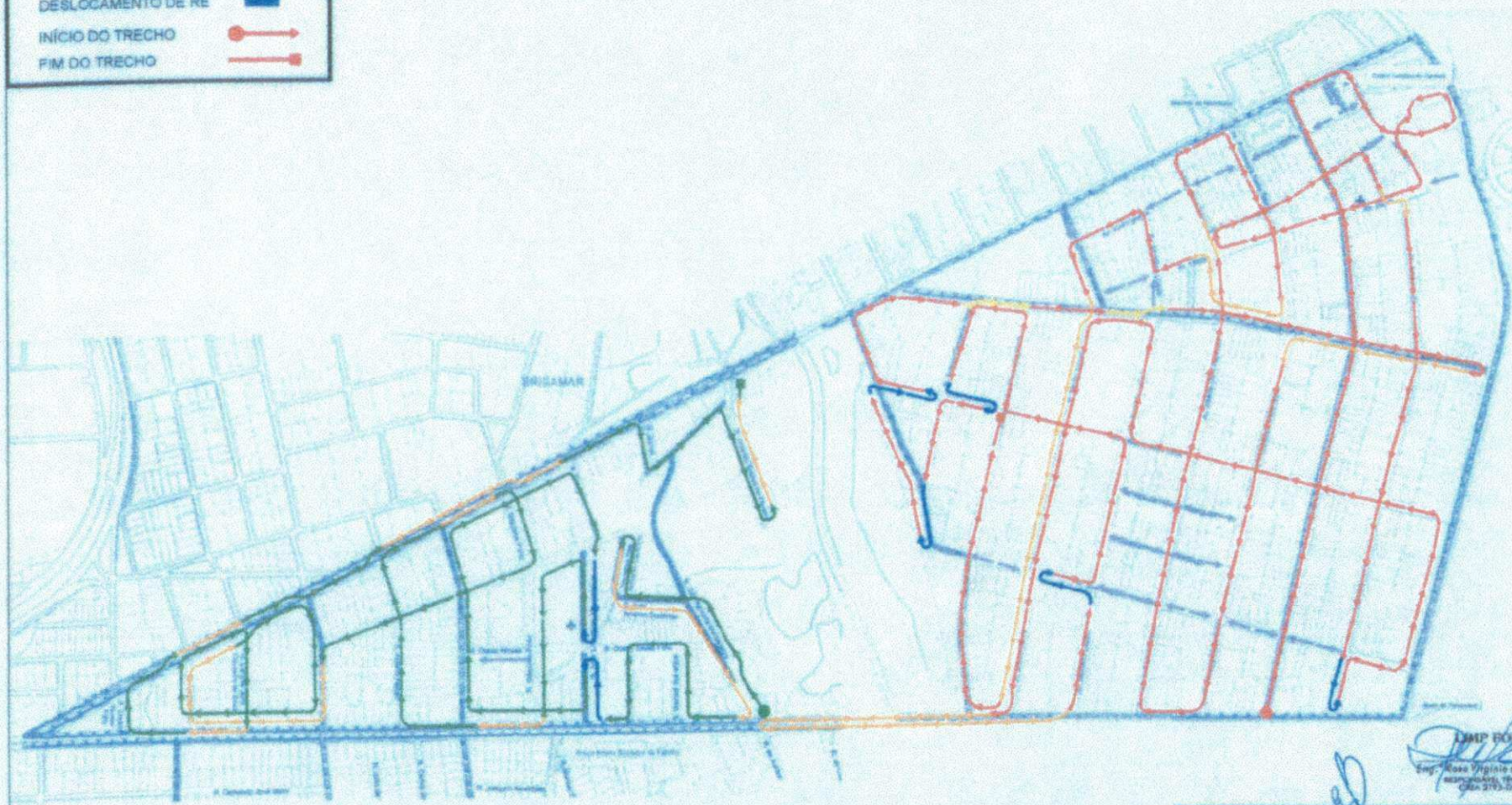
*Handwritten signatures and initials in blue ink.*

**LEGENDA:**


COLETA 1ª VIAGEM   
COLETA 2ª VIAGEM 

PUXADA   
DESLOCAMENTO   
DESLOCAMENTO DE RÉ 


INÍCIO DO TRECHO   
FIM DO TRECHO 



11 JUN. 2001

		<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA</b>	
EDIÇÃO: 2 / 2001		CONCORRÊNCIA PÚBLICA NACIONAL EDITAL Nº 001/2001	
FOLHA: 1/1		SERVIÇOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA-PB	
TÍTULO: ROTEIRO DE COLETA DOMICILIAR TANBAU - MIRANIR		DN02	

*Eng. Rosa Virginia de A. Moura*  
C.R. 2793-D-08



## ANEXOS 2





## **ANEXOS 3**



LMRS - *Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba*  
SEMARH - *Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais*

**Precipitação DIÁRIA, oficial de JOÃO PESSOA/DFAARA no ano de 2001 (mm)**

Dia/Mês	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1	0.0	0.6	0.2	0.0	36.4	4.4	0.0	2.8
2	0.0	2.2	17.9	0.6	2.0	4.8	0.2	17.7
3	0.0	0.0	32.4	0.0	8.4	0.0	7.8	7.2
4	0.0	0.7	0.0	0.8	11.0	2.5	0.0	6.8
5	0.0	0.0	0.0	0.0	43.2	0.2	0.2	0.3
6	0.0	0.0	0.2	3.7	7.9	14.6	0.3	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	16.4	0.8	0.2	0.0
8	2.0	0.0	0.6	0.0	8.2	8.0	2.6	0.0
9	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3	5.6	0.0	0.9
10	0.0	24.6	0.0	0.0	12.4	0.3	1.8	0.0
11	0.0	2.8	2.8	0.0	5.8	0.7	0.2	0.0
12	0.0	0.0	48.0	0.4	0.1	15.8	4.5	0.0
13	0.0	4.6	8.7	0.0	0.0	9.2	9.6	0.0
14	0.0	11.2	0.0	0.0	15.2	1.4	0.0	0.0
15	0.0	1.2	8.7	0.3	14.6	3.4	7.2	0.0
16	0.0	0.0	19.0	0.0	0.5	4.6	4.5	0.0
17	0.0	0.0	13.2	0.0	1.1	7.8	1.4	0.0
18	0.0	4.3	0.0	0.0	0.1	1.4	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	1.8	0.0
20	0.0	0.0	0.4	0.2	1.6	20.6	4.6	0.0
21	0.0	0.6	22.8	0.0	4.1	14.0	0.8	0.0
22	0.0	15.7	0.0	0.0	4.8	1.0	0.2	3.0
23	0.1	0.0	0.0	0.0	9.2	0.1	4.0	0.0
24	0.0	0.0	9.8	0.9	0.3	0.1	0.0	0.2
25	0.0	0.0	3.2	20.8	0.2	0.0	3.1	3.6
26	5.0	15.0	4.1	1.5	1.6	13.6	0.4	0.0
27	0.0	33.8	0.2	0.0	30.1	0.0	0.0	0.0
28	0.0	38.4	17.6	0.0	5.4	30.1	2.1	0.2
29		18.3	56.8	0.4	0.0	7.4	0.0	0.0
30		0.0	0.6	0.1	14.6	3.6	4.4	0.7
31		22.0		9.0		0.2	0.2	
<b>Acumulado</b>	7.1	197.0	204.1	38.7	255.5	184.7	62.1	43.4