

ANÁLISE DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA NA CIDADE DE  
JOÃO PESSOA

11.01.1973  
17.01.73



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

**ANÁLISE DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE JOAO PESSOA**

**INALDO FÊLIX DO NASCIMENTO**

CAMPINA GRANDE-PB

1984

INALDO FÉLIX DO NASCIMENTO

ANÁLISE DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

*Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre.*

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** RECURSOS HÍDRICOS - ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL.

**ORIENTADOR:** PROF<sup>º</sup> SALOMÃO ANSELMO SILVA

CAMPINA GRANDE-PB  
1984



N244a Nascimento, Inaldo Félix do.  
Análise do sistema de limpeza urbana na cidade de João Pessoa / Inaldo Félix do Nascimento. - Campina Grande, 1984.  
126 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia.

1. Limpeza Urbana - João Pessoa (PB). 2. Limpeza Urbana - Análise do Sistema. 3. Dissertação - Engenharia Civil. I. Silva, Salomão Anselmo. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 628.46(813.3)(043)



ANÁLISE DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

INALDO FÉLIX DO NASCIMENTO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM:



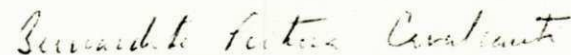
SALOMÃO ANSELMO SILVA

*Orientador*



FLÁVIO LUIZ PICCOLI

*Componente da Banca*



BERNADETE FEITOSA CAVALCANTI

*Componente da Banca*

CAMPINA GRANDE-PB

1984

**HOMENAGEM PÓSTUMA**

À meu pai, que se foi prematu  
ramente, minha eterna saudade  
e profunda lembrança.

À minha mãe, irmãos e cunha  
dos, pelo incentivo e apoio  
sempre demonstrados, sem os  
quais não seria possível a  
realização deste trabalho.

À minha esposa **Penha** e aos filhos  
**Christian, Ericka e Larissa**, pela  
compreensão, carinho e o incenti-  
vo a todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece:

Ao seu orientador e colega Prof. Ph.D. *Salomão Anselmo Silva*, pela atenção, incentivo e amizade, na orientação deste trabalho.

A sua co-orientadora Prof<sup>a</sup> M.Sc. *Bernadete Feitosa Cavalcanti*, pelo auxílio, colaboração e especialmente pelas valiosas sugestões.

Ao Prof. M.Sc. *Múcio Antônio Sobreira Souto*, pelo apoio e interesse demonstrados durante a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. M.Sc. *Omar Emir Alvarez*, pela assistência prestada neste trabalho.

À analista de Sistema *Zeneide Medeiros de Brito Lyra*, integrante do grupo de pesquisa operacional do Centro de Processamento de Dados do Centro de Ciências e Tecnologia da U.F.Pb., pelo auxílio e colaboração.

Ao cunhado e amigo *Wilson Gonçalves de Oliveira*, meu

agradecimento pela colaboração e incentivo, sem os quais seria mais difícil chegar ao fim desta caminhada.

As Secretarias de Serviços Urbanos, Transportes e Obras e de Administração do município de João Pessoa, pelas facilidades proporcionadas durante a coleta de dados deste trabalho.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

ANÁLISE DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA  
NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

INALDO FÉLIX DO NASCIMENTO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM:



SALOMAO ANSELMO SILVA

*Orientador*



FLÁVIO LUIZ PICCOLI

*Componente da Banca*



BERNADETE FEITOSA CAVALCANTI

*Componente da Banca*

CAMPINA GRANDE-PB

1984



## ABSTRACT

The main objective of this thesis is not only to show an analysis of the urban cleanness systems of the named João Pessoa but also to inform its population about the costs involved in the cleanness service and about the tributary income necessary to the city maintenance.

The study is concerned to matters of Sanitary Engineering, equipment maintenance, personnel costs and operational research and an estimation of the growth of the urban cleanness services.

In the end of this thesis it is suggested a re-structuration on the urban cleanness in order to minimize the existing deficit due to the garbage collection service.



## RESUMO

O principal objetivo desta dissertação é apresentar não somente uma análise do sistema de limpeza urbana da cidade de João Pessoa, mas também esclarecer à população sobre o custo decorrente do serviço de limpeza e da receita tributária, destinada à manutenção da cidade.

O estudo envolve assuntos ligados a saneamento, manutenção de equipamento, custo de pessoal, pesquisa operacional e previsão de crescimento de serviços na limpeza urbana.

No final deste trabalho sugere-se, de imediato, uma reestruturação na Limpeza Urbana, visando minimizar o déficit existente em decorrência da coleta de lixo.

# ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
1. O LIXO COMO PROBLEMA NA SAÚDE DA COMUNIDADE.....	5
1.1. Considerações Gerais.....	5
1.2. Classificação dos Resíduos Sólidos.....	7
1.3. Doenças Relacionadas com o Lixo.....	9
2. SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.	12
2.1. Acondicionamento de Lixo.....	12
2.2. Sistema de Coleta.....	13
2.3. Transporte Utilizados na Limpeza Urbana.....	14
2.4. Tipos de Tratamento dos Resíduos Sólidos.....	16
2.5. Importância do Sistema de Coleta e Transporte na Limpeza Urbana.....	27
3. ACONDICIONAMENTO, COLETA, TRANSPORTE E DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE JOÃO PESSOA.....	30
3.1. Secretaria de Serviços Urbanos.....	30
3.1.1. Organograma.....	30
3.2. Acondicionamento de Lixo.....	38
3.3. Coleta dos Resíduos Sólidos.....	38
3.4. Tratamento Final do Lixo de Logradouro, Domiciliar e Acumulado da Cidade de João Pessoa.....	39
3.4.1. Destino Final do Lixo Hospitalar.....	40
3.4.2. Destino Final do Lixo Industrial.....	40
4. PREVISÃO DE CRESCIMENTO DE SERVIÇO DA LIMPEZA URBANA	42
4.1. Introdução.....	42
4.2. Projeção pelo Método da Curva Logística.....	43
4.3. Projeção pelo Método das Componentes.....	44
4.4. Projeção de Crescimento Anual, Fornecido pelo IBGE	44
4.5. Conclusão do Método a ser Utilizado.....	44
4.6. Discussão dos Resultados.....	45
4.7. Análise dos Resultados da Tabela 4.3.....	46
4.8. Dados Necessários para Dimensionamento da Frota de Veículos.....	47

5. METODOLOGIA.....	51
5.1. Secretarias do Município e IBGE.....	51
5.2. Resíduos Sólidos.....	51
5.3. Custo de Pessoal.....	52
5.4. Previsão de Crescimento de Serviço.....	52
5.5. Custo dos Equipamentos.....	53
5.6. Análise dos Custos com Equipamentos.....	56
5.7. Análise do Sistema de Coleta de Lixo.....	56
6. RESULTADOS.....	58
6.1. Custo de Pessoal.....	58
6.2. Custos por Quilômetro Rodado.....	59
7. ANÁLISE DE TRAJETO DE COLETA DE LIXO.....	62
7.1. Considerações Gerais.....	62
7.2. Coleta de Lixo.....	64
7.3. Trajeto.....	65
7.4. Sugestões.....	68
8. DESTINO FINAL DO LIXO PROPOSTO PARA JOÃO PESSOA.....	73
8.1. Considerações Gerais.....	73
8.2. Método do Aterro Sanitário.....	73
8.3. Implantação de Aterro Sanitário.....	75
8.4. Vantagens.....	78
8.5. Desvantagens.....	79
8.6. Método de Aterros Sanitários.....	79
8.6.1. Método de Rampa.....	79
8.6.2. Método da Trincheira.....	80
8.6.3. Método de Área.....	81
9. DISCUSSÃO.....	83
10. CONCLUSÃO.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91



## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I.....	93
Tabela 01 - Produção da Varrição por Gari.....	94
Tabela 02 - Resumo da Coleta de Resíduos Sólido de João Pessoa de 1982.....	95
Tabela 03 - Demonstrativo dos Setores de Limpeza com Áreas e Ruas Atendidas e não Atendidas pelo Serviço de Coleta de Lixo, Números de terrenos e Prédios e a Previsão Orçamentária da Taxa de Limpeza a ser arrecadadas em 1982..	96
Tabela 04 - Destino Final do Lixo Hospitalar de João Pessoa-Pb.....	97
Tabela 05 - Resíduo Industrial e Destino Final.....	98
Tabela 06 - Relatório Diário.....	99
Tabela 07 - Despesas Administrativas de Maio de 1982...	102
Tabela 08 - Custo de Pessoal do DELUR em Maio de 1982..	103
Tabela 09 - Número de Servidores, Faltas, Custos com Dependentes, do DELUR em Maio de 1982.....	104
Tabela 10 - Dados médios que servirão para os cálculos dos custos por quilômetro rodado e horas trabalhadas dos equipamentos da limpeza urbana	105
Tabela 10.1 Valores das Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional - ORTN.....	106
Tabela 10.2 Custo Médio de Lubrificante em ORTN dos veículos do DELUR em 1982.....	107
Tabela 11 - Custo Médio da Manutenção em ORTN dos veículos do DELUR em 1982.....	108
Tabela 12 - Custo de Lubrificação em ORTN das Camionetas do DELUR em 1982.....	109
Tabela 13 - Custo de Manutenção em ORTN das Camionetas do DELUR em 1982.....	110
Tabela 14 - Custo de Lubrificante em ORTN do Trator (TI) do DELUR em Maio de 1982.....	111

Tabela 15 - Custo de Manutenção em ORTN dos Tratores (TI) do DELUR em Maio de 1982.....	112
Tabela 16 - Custo Médio do Quilômetro Rodado em ORTN dos Veículos do DELUR.....	113
Tabela 17 - Custo Médio do Quilômetro Rodado em ORTN das Camionetas do DELUR em Maio de 1982.....	114
Tabela 18 - Custo Médio por hora em ORTN dos Tratores que fazem a Coleta de Lixo.....	115
Tabela 19 - Cálculo Médio Total dos Custos com Equipamentos da Limpeza.....	116
Tabela 20 - Custo de Equipamentos Alugados pelo Departamento de Limpeza Urbana em Maio de 1982....	117
Tabela 21 - Custo Operacional da Limpeza Urbana em Maio de 1982.....	118
ANEXO II.....	119
A. Taxa de Limpeza Urbana.....	120
ANEXO III.....	123
Curva Logística.....	124
Formulário.....	126

## I N T R O D U Ç Ã O

O serviço de limpeza urbana se enquadra entre as atividades prioritárias, no contexto da infra-estrutura da área metropolitana.

Evidentemente, a saúde da comunidade não depende somente da importância que tem um bom sistema de abastecimento d'água, de um completo serviço de esgoto. É de igual importância um serviço de limpeza que vise limitar e controlar todos os fatores do meio físico, mental e social do homem, que isolando os agentes poluidores do meio ambiente, contribui, inequivocamente, para afastar certas doenças, entre elas, algumas de caráter epidêmico.

Os insetos nocivos à saúde, infestam os locais onde se deposita lixo. Os terrenos baldios, os quintais residenciais, as ruas mal cuidadas, são sempre atrações para a presença de insetos. Em geral, a sujeira atenta contra a civilização urbana.

Nada mais deprimente do que uma cidade com ruas e praças sujas e mal cheirosas. Não só atenta contra a saúde,



como também influi negativamente aos olhos de quem a visi  
ta.

Apesar da variedade de circunstâncias que contribuem para o bem estar social, predomina uma concepção fundamen  
tal no que tange a infraestrutura de uma cidade, entre elas, de vital importância para o homem, um bom serviço de sanea  
mento básico, incluindo-se os cuidados com o lixo, em todas as suas formas.

Obviamente, todo serviço público requer os cuidados de uma organização capaz de atender seus princípios, para bem servir à coletividade. Como o problema do lixo não fo  
ge à regra, em todas as principais cidades do Brasil tem um órgão de limpeza urbana, quase sempre subordinado às Secre  
tarias de Serviços Urbanos.

Em João Pessoa, contamos com o Departamento de Limpe  
za Urbana - DELUR, que atua sob os ditames da secretaria com a denominação acima referenciada (SESUR), a quem é su  
bordinado.

Na conjuntura atual, é um processo falho, por não possuir autonomia própria e decrescer em prestígio perante a comunidade.

O serviço de coleta vem caindo cada vez mais nas prin  
cipais cidades, não só no Brasil, mas também nos países on  
de a crise predominante são os derivados de petróleo.

No Brasil, notadamente nesta Capital, requer o uso

de um aparelho administrativo, com autonomia política e financeira, descentralizado da secretaria municipal que, por sua natureza, impede o DELUR de contar com os meios necessários para o fiel cumprimento de sua finalidade, com imposições administrativas, privando o DELUR de ser, economicamente, auto-suficiente.

É difícil encontrar em serviço público, um município que publique discriminadamente seus custos de limpeza urbana. As empresas privadas, também, recusam-se a publicar, conforme comunicação da CETESB, dizendo que a ausência desses dados dificulta trabalho desta natureza e que no Brasil não existem bibliografias, a não ser de procedências estrangeiras que relatam, em mínimos detalhes, alguns custos em limpeza urbana (coleta e tratamento final de resíduos sólidos), os quais não se assemelham com a realidade nacional.

Cada município dispõe de Decreto-lei regulamentando a cobrança da taxa de coleta, diferenciando de município para município e que a maioria deles tem como base a área de construção de imóvel e unidade fiscal padrão; outros adotam a cobrança da taxa pelo volume de lixo coletado.

O presente trabalho, ANÁLISE DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA, oferece os cálculos que servirão para conscientizar o poder público municipal, visando analisar e minimizar o déficit existente na coleta de lixo e apresenta sugestões, previsão de crescimento de serviços, propõe aterro sanitário como destino final do lixo para o município, inclusive faz uma análise do roteiro da coleta,



conclusões com idéias benéficas para a administração municipal, no sentido de reduzir os custos operacionais e estabelecer condições para o DELUR reestruturar a limpeza urbana.

# 1. O LIXO COMO PROBLEMA NA SAÚDE DA COMUNIDADE

## 1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

No início da década de 1950 começou, com mais ênfase no Brasil, o desenvolvimento industrial. Os costumes da população foram sendo alterados com relação ao padrão de vida de cada cidadão. Antes deste crescimento tudo era mantido sobre o controle da natureza. Ultimamente, os resíduos sólidos vêm aparecendo com maior frequência em terrenos baldios das cidades, em virtude dos aumentos dos combustíveis, implantação de conjuntos residenciais mau estruturados, e o grande espaço hoje ocupado, na sua maioria, não possui infra-estrutura capaz de atender as necessidades da comunidade.

O serviço de limpeza pública, não só no Nordeste como em outras cidades brasileiras em geral, é precário, por não satisfazer os padrões exigidos de saneamento

*"estes serviços devem ser organizados e estruturados, com unidade de planejamento estatístico, relações públicas e educação sanitária". OLIVEIRA (1969:471)*

Esse trabalho requer pessoal treinado e competente.

O lixo está correlacionado com a saúde da comunidade até quando não possuir um sistema de tratamento eficiente. O lixo é definido como sendo todos os rejeitos abandonados pelos seres humanos e animais no meio onde vivem. As cidades, de um modo geral, possuem seus sistemas de limpeza urbana, mantidos por órgãos públicos, autarquia de economia mista, sob contrato, com terceiros, contanto que sejam bem estruturados.

Previamente, o município deverá realizar um estudo detalhado do tipo de serviço que venha a executar, a fim de satisfazer as condições financeiras da cidade. O estudo envolverá:

- expansão da cidade;
- tipos e capacidade dos equipamentos a adquirir;
- tipos de coletas (comicial, logradouro, especial);
- distância ao tratamento final;
- tipos de pavimentos existentes, etc.

É importante que seja feito um planejamento, pelo menos, até o final do mandato de cada prefeito.

## 1.2. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os Departamentos de Limpeza Urbana e outros órgãos governamentais, classificam os resíduos sólidos nos seguintes termos:

- lixo domiciliar;
- lixo de logradouro;
- lixo comercial;
- lixo industrial;
- lixo especial.

O **lixo domiciliar** se refere aos materiais inúteis produzidos pelas residências.

O **lixo de logradouro** (lixo público), é proveniente das varrições de ruas, capinações, limpeza de jardins, etc.

**Lixo comercial** é produzido nos centros urbanos onde se concentram lojas, bancos e comerciantes em geral.

**Lixo industrial** é o sub-produto das atividades industriais.

**Lixo especial** é aquele criado nos hospitais, clínicas, limpeza de quintais, animais mortos, radiotivos, etc.

De posse de uma amostra representativa colhida em uma cidade, ou em um bairro, determina-se o padrão de vida da comunidade. Basta dizer que nas cidades onde a amostra

contiver uma maior quantidade de papel, plástico, latas e embalagens, são vistas como cidades ou bairros desenvolvidos. Portanto, a quantificação dos resíduos sólidos está em função de inúmeros fatores:

- padrão de vida da população;
- clima;
- característica da cidade;
- econômico;
- social.

No exemplo abaixo está a composição física e média do lixo da cidade do Rio de Janeiro.

TABELA 1.1

Composição do lixo no município do Rio de Janeiro  
(% em peso)

COMPONENTES	1970
papel, papelão	36,2
metal, lata	4,2
plástico, couro	2,6
pano, estopa	2,8
madeira	1,9
vidro	3,1
louça, osso	1,2
matéria orgânica	17,3
material não-identificados	30,5
	212,04

FONTE: DLU - Sursan



A composição física ou química do lixo é de grande importância na seleção de equipamento para um planejamento de sistema de limpeza urbana.

### 1.3. DOENÇAS RELACIONADAS COM O LIXO

Os resíduos sólidos, quando não passam por um tratamento rigoroso, colocam em perigo e contagiam o meio ambiente. Essa contaminação pode ser por via direta e indireta. (Ver Fig. 1)

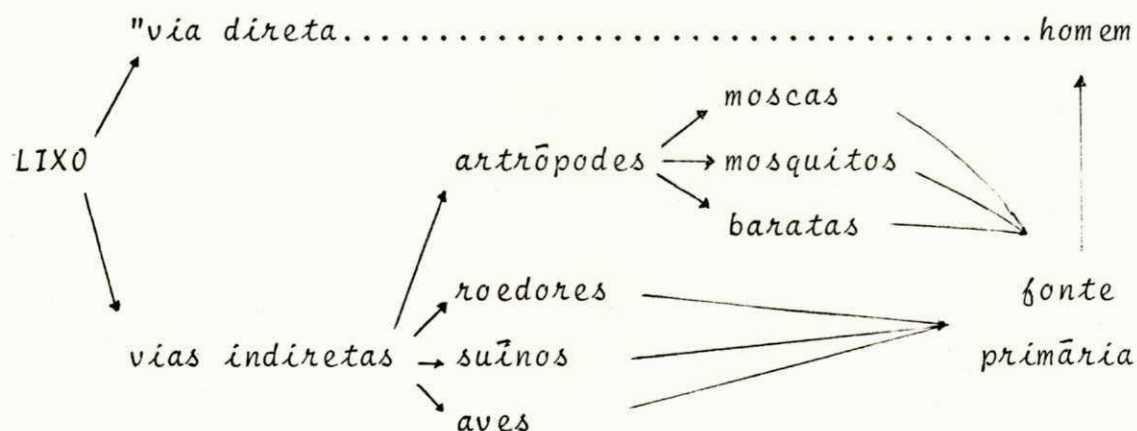


Fig. 1. Representa as vias de acesso de agente patogênicos para o homem, propiciadas pelo lixo.

A figura 1 acima representada é indicada para os resíduos que não recebem tratamento, existindo nesse meio nicho ecológico capaz de manter a sobrevivência uma série de organismos, enquanto outros o fazem mais acentuadamente em determinadas fases de sua metamorfose". ROCHA (1982:6)

Os mais importantes dos seres vivos que frequentam o lixo e provocam ações epidemiológicas, são classificados como se segue:

**a) ARTRÓPODES**

Insetos que têm o lixo como o seu habitat. Dentre os artrópodes conta-se a mosca doméstica que tem o hábito de utilizar a matéria orgânica para sobreviver e procriar. Elas transportam, em suas patas, agentes patogênicos para outra fonte, podendo ser em alimentos, na água, com possibilidade de entrar em contato com o ser humano. A mosca doméstica pode ser portadora de vírus e bactéria intestinais, a saber: *escherichia coli*, *salmonella typhi*, *salmonella enteritidis*, *shigella(s)* e outras. Ela também pode carregar, em suas patas, diversos protozoários, tais como: *entamoeba histolytica*, *entamoeba coli*, *giardia lamblia*, *trichomonas sp* (no aparelho bucal).

No caso particular da barata doméstica ela pode ser responsável por uma série de vetores como: vírus de poliomelite, bactérias intestinais e indiretamente de cólera, tifo, amebíase, giardiase.

**b) RATOS**

Nos lixões existem várias espécies de mamíferos roedores, os quais transmitem inúmeras doenças que estão a seguir: peste bubônica (peste negra), tifo murino, salmoneloses (gastrenterite), espiroquetose (leptospirose), febre de Haverhill, triquinose, ricketiose vesicular (catapora), meningite linfocitária, toxoplasmose, brucelose, tularemia e outras, como exemplo: esquistossomíase, tripanomíase, gi

ardiose, brocopneumonia, febre maculosa.

c) AVES

Urubus (coragyps atratus) é um transmissor da toxo-  
plasmose.

d) SUÍNOS

Os porcos que frequentam os lixões podem levar ao  
ser humano doenças como a triquinose e a toxoplasmosse.

CONTROLE

O controle das moscas, baratas, urubus e suínos, que  
têm o lixo como seu meio de sobrevivência, em geral é o  
saneamento básico. Exemplificando melhor: sanear os cen-  
tros urbanos e a zona rural, acondicionar e tratar os resí-  
duos sólidos, proteger os alimentos, e, por fim, fazer ma-  
nutenção na caixa de gordura e ralos, estes últimos muito  
frequentados pelas baratas. Os ratos, por sua vez, são com-  
batidos através da desratização, envenenamento de ação rá-  
pida e lenta, ratoeira, inundação com água, fogo, constru-  
ção à prova de roedores.

Os resíduos sólidos, de acordo com a Portaria 053 de  
março de 1979, do Ministério do Interior, deverão sofrer  
um tratamento sanitário, a fim de manter a higiene e o bem  
estar da comunidade.



## 2. SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

### 2.1. ACONDICIONAMENTO DE LIXO

Os resíduos sólidos originados nas residências, logradouros, órgãos públicos, indústrias, comércio, hospitais etc., têm como acondicionamento os mais variados tipos de recipientes, dependendo da padronização do municipio. São eles:

- sacos plásticos: torna-se a coleta prática, higiênica e eficiente, não tem retorno como acontece com os outros recipientes;
- recipiente de pneus (sem tampa): muito usado na região do nordeste. Não chega a agradar o gari porque muitas das vezes o diâmetro interno é superior a da saída dos resíduos dificultando a saída do conteúdo;
- container: é deixado nos hospitais, clínicas etc, para ser esvaziado por veículos especiais;

- caçambas estacionárias: são deixadas em pontos es  
tratégicos da cidade para receber o lixo de varri  
ção (logradouro).

São poucas as cidades que adotam um sistema rígido de padronização de recipientes.

## 2.2. SISTEMA DE COLETA

As cidades são divididas em zonas e setores de cole  
ta de lixo. Os veículos da coleta de lixo seguem um rotei  
ro elaborado para cada setor com início e término da cole  
ta, contanto que o setor otimizado tenha resíduos sufici  
entes para encher um veículo.

Existem alguns pontos importantes no sistema de cole  
ta de lixo:

### a) Freqüência de coleta.

Com excessão dos centros das cidades, a cole  
ta passou a ser alternada em virtude dos aumentos dos derivados de petróleo. Os resíduos não suportam mais do que 48 ho  
ras, tendo em vista a fermentação ser acelerada por está em contato com o ar, principalmente os que estão situados em clima quente e úmido.

## b) Horário de coleta

Na maioria das cidades a coleta de lixo residencial é realizada pela manhã e a comercial à noite, ficando os resíduos hospitalares, industriais, logradouros, etc em qualquer horário da manhã ou da tarde,

## c) Funcionários na coleta

O número de funcionários (motorista e ajudantes) está relacionado com o tipo de coleta: para a coleta domiciliar é necessário apenas quatro ajudantes; na coleta especial varia de um até cinco servidores para cada veículo.

## 2.3. TRANSPORTE UTILIZADOS NA LIMPEZA URBANA

VEÍCULOS COLETORES DE LIXO	convencionais	baú (prefeitura)
		poliguindaste trator
	compactadores	gar-wood
		kuka
		colem
		sucção

O veículo compactador **gar-wood** é o mais eficiente

dos apresentados até hoje, logo requer um pequeno esforço dos coletores (ajudantes), tendo em vista de o carregamento dár-se pela trazeira a uma altura de 0,90 m. No compactador **kuka**, o carregamento também se dá pela trazeira. Esse veículo dispõe de um tambor à compactação. O esvaziamento é feito no sentido contrário. Os custos são praticamente iguais aos dos gar-woods. Já o compactador **colec** possui uma janela em cada lateral, entre os pneus do veículo; a altura de carregamento é de 1,50 m, exigindo maiores esforços para os servidores da coleta que com o passar do tempo começam a sofrer de problemas ergonômico, etc.

O coletor tipo **baú**, ou prefeitura, é muito utilizado nos bairros, onde não existe pavimentação, da mesma forma é usado o trator, apesar de serem mais frequentes nas cidades de pequeno porte. São equipamentos de capacidades reduzidas, tornando-se improdutivo durante sua operação. O **poliguindaste** é o responsável pela coleta das caçambas estacionárias existentes em vários pontos da cidade.

O veículo com **sucção** tem por finalidade coletar os resíduos de varrição deixados pelos garis na sarjetas; os resíduos em terrenos baldios e outros que não estejam acondicionados.

Além dos transportes acima citados, as carretas também figuram nas paisagens das grandes cidades. Os custos operacionais aumentam na medida em que a distância do ponto final da coleta de lixo ao tratamento (aterro sanitário,



incinerador etc.), ida e volta, seja superior a 30 Km, então se faz necessário a construção de uma estação de transferência de resíduos. Nas metrópoles, as estações possuem compactadores, enquanto nas cidades de porte médio, as instalações desses compactadores tornam-se inviáveis, devido os altos custos de manutenção. As estações de transferências recebem todos os resíduos coletados em todo seu raio de ação, daí são transportados por caminhões tipo carreta para seu destino final, diminuindo os custos operacionais da frota.

#### 2.4. TIPOS DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

As grandes cidades dispõem de planejamento de limpeza urbana e tratamento final do lixo. Os resíduos coletados, transportados e depois tratados sanitariamente livrando a comunidade de doenças, conforme explicações anteriores.

Há inúmeras técnicas de tratamento de resíduos, a saber:

aterro sanitário; trituração; incineração; pirólise; compostagem com o biorapid, etc.

##### a) Aterro sanitário

O capítulo 8, discrimina os métodos de aterros sani

tários propostos para a cidade em estudo.

#### b) Trituração

Triturar os resíduos significa homogeneizar, e não deixa de ser um processo auxiliar para os aterros sanitários, oferecendo vantagens em determinados aspectos:

- o comportamento do lixo triturado no aterro sanitário é completamente diferente daquele que é coletado e lançado diretamente no aterro;
- o resíduo triturado e posto no aterro sem compactar não apresenta nenhuma inconveniência à população. Reduz arrastamento de papéis pelo vento, evita incêndio, elimina a proliferação de artrópodes e roedores. Não produz mau cheiro;
- a compactação do lixo triturado é mais simples que a do lixo comum;
- o aterro passa a ter uma capacidade maior de resistência.<sup>1</sup>

As desvantagens sempre ocorrem em qualquer sistema de tratamento. Para os triturados tem-se: problemas de manutenção de equipamento; problema de poeira na instalação; reposição de peças, no caso de o equipamento for importado.

Antes de passar pelo triturador os resíduos sofrem

1. American Public Works Association. Tratamiento de los residuos urbanos. Madrid, Instituto de Estudios de Administracion, 1976. p. 586.

uma reciclagem dos materiais reaproveitados, tais como: ferro; papelões; plásticos; etc.

A classificação pode ser feita manualmente ou, de preferência, mecanicamente.<sup>2</sup>

### c) **Incineração**

A incineração tem como objetivo reduzir os resíduos combustíveis e inertes.

Um dos fatores importantes da incineração é a recuperação da temperatura resultante da combustão dos resíduos nas indústrias, quando se tem mercado.

#### **Vantagens:**

- para as cidades grandes onde o espaço é limitado não podendo implantar aterros, etc;
- custo operacional dos veículos da coleta diminui quando o incinerador estiver localizado em ponto estratégico da cidade;
- reaproveitamento do calor e materiais reciclados;
- não haver interrupção quanto às condições meteorológicas;
- qualquer tipo de resíduos é incinerado com excesso do radioativo;
- possibilita operar durante as 24 horas.

#### **Desvantagens**

- necessita de um grande investimento;

2. Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux. Técnicas de higiene urbana. Instituto de Administracion Local. Madrid 1977. p. 701.



- a localização é importante para a população;
- a preocupação da comunidade com relação a contami  
nação do ar que requer equipamento adicional para  
seu controle;
- os custos de funcionamento são altos, em virtude  
do consumo de energia, emprego de mão-de-obra, de  
manutenção especializada;
- não é um método completo de eliminação, restando,  
ainda, os materiais inertes (tijolos, pedras, etc.)  
e as cinzas, os quais terão outro destino que é o  
aterro sanitário.

No mercado existem vários tipos de incineradores com capacidade entre 30 e 1.300 t/dia, a maioria importados.

A escolha de incinerador para determinada cidade é bastante importante que se faça uma previsão de crescimen  
to dos resíduos, tendo em vista que com o passar do tempo o incinerador, mesmo operando as 24 horas, não dê vencimen  
to aos resíduos coletados, devido a expansão demográfica.

Os incineradores modernos possuem geradores de vapo  
res que vão auxiliar o resfriamento dos gases de combustão. Havendo interesse em vapor todos iriam lucrar, o município pela implantação e as indústrias porque passariam a dispor de energia mais econômica.



#### d) Pirólise

O sistema de tratamento pela pirólise recentemente pesquisada, trata-se da

*"decomposição térmica de matéria orgânica, na ausência ou insuficiência de oxigênio transformando o material pirolizado em três grupos de produtos: gases, composto por hidrogênio, metano, e monóxido de carbono; combustível líquido, composto por hidrocarbonetos, álcoois e ácidos orgânicos de elevada densidade e baixo teor de enxofre; um resíduo constituído por carbono quase puro (char) e ainda por vidro, metais e outros materiais inerte (escória)". PINTO (1977:228)*

A finalidade da pesquisa sobre pirólise que está sendo feita nos Estados Unidos, é de transformar o lixo em uma forma densa e energética, podendo ser armazenada, transportável, que seja líquida ou gasosa. Talvez no futuro esse processo se torne eficiente, com capacidade de reaproveitar a energia contida no lixo.

#### e) Compostagem com o biorapid

Dos métodos citados este é o mais eficiente, é um tipo de tratamento que dá condições de reaproveitar os resíduos sólidos orgânicos urbanos transformando-os em adubos orgânicos por um processo de fermentação aeróbia. O objetivo é conseguir uma

*"bio-estabilização completa permitindo colocar à disposição dos agricultores um produto orgânico humificado realmente assimilável e nutritivo".*

O prazo de obtenção do fertilizante é de apenas

"48 horas esterelizado, estabilizado e dispensando armazenamento".<sup>3</sup>

O processo biorapid pertence à Sorain Checchini, Roma, Itália.

O procedimento para a fabricação do composto se constitue de duas operações:

- a primeira é a fermentação acelerada através do biorapid;
- a segunda é feita a descontaminação do composto por um equipamento ao lado do biorapid.

A principal vantagem do biorapid é a decomposição rápida da matéria orgânica o que não acontece com os processos de compostagem tradicionais, onde a temperatura só chega a se elevar por intermédio do metabolismo microbiano que a altera com a mistura da matéria orgânica, tornando-a irregular em pontos diferentes da massa, não existindo controle de calor.

O composto produzido contém:

- pouca umidade;
- nutrientes minerais;
- a temperatura durante o processo está entre 80 e 90°C.

---

3. Vega Sotava S/A. Compostagem, cientificamente acelerada, da matéria orgânica contida no lixo domiciliar. São Paulo, 1980. p. 09.

A referida temperatura elimina os germes patogênicos, ovos, larvas dos insetos, conforme tabela nº 36 extraída de um trabalho da Universidade da Califórnia que comprova a eficiência do processo.

O método ou métodos a ser utilizado vai depender das condições financeiras de cada município, do seu meio ambiente e do poder aquisitivo da população. O município terá que desenvolver um estudo programado visando as características qualitativas e quantitativas do lixo, áreas disponíveis para aterros sanitários e o consumo de composto orgânico pelos órgãos públicos, hortigranjeiros, floricultores. Concluído o levantamento, o departamento de limpeza urbana escolherá o método ou métodos a ser implantado, de acordo com as condições financeiras do município.

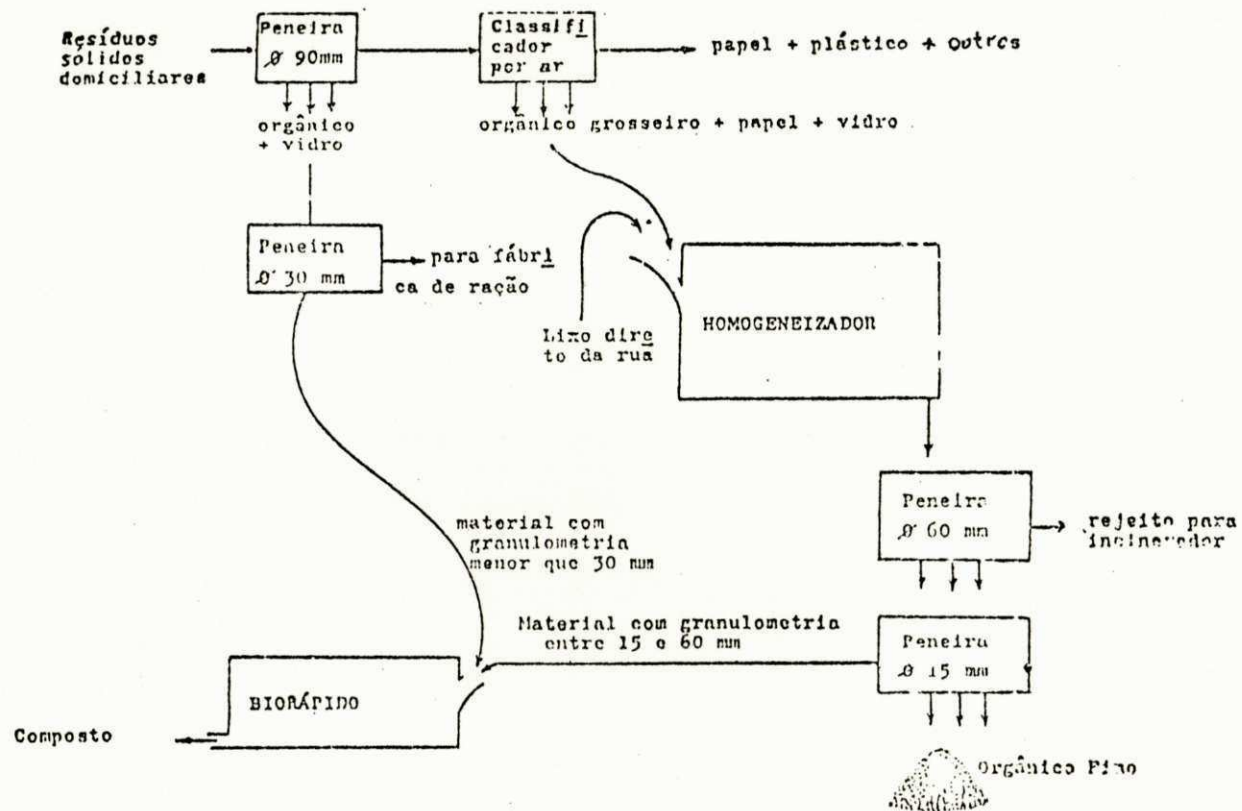


Fig. 2 ESQUEMA DO TRATAMENTO DO LIXO NA USINA SORAIN CECCHINI

Fonte: VEGA SOTAVE S/A



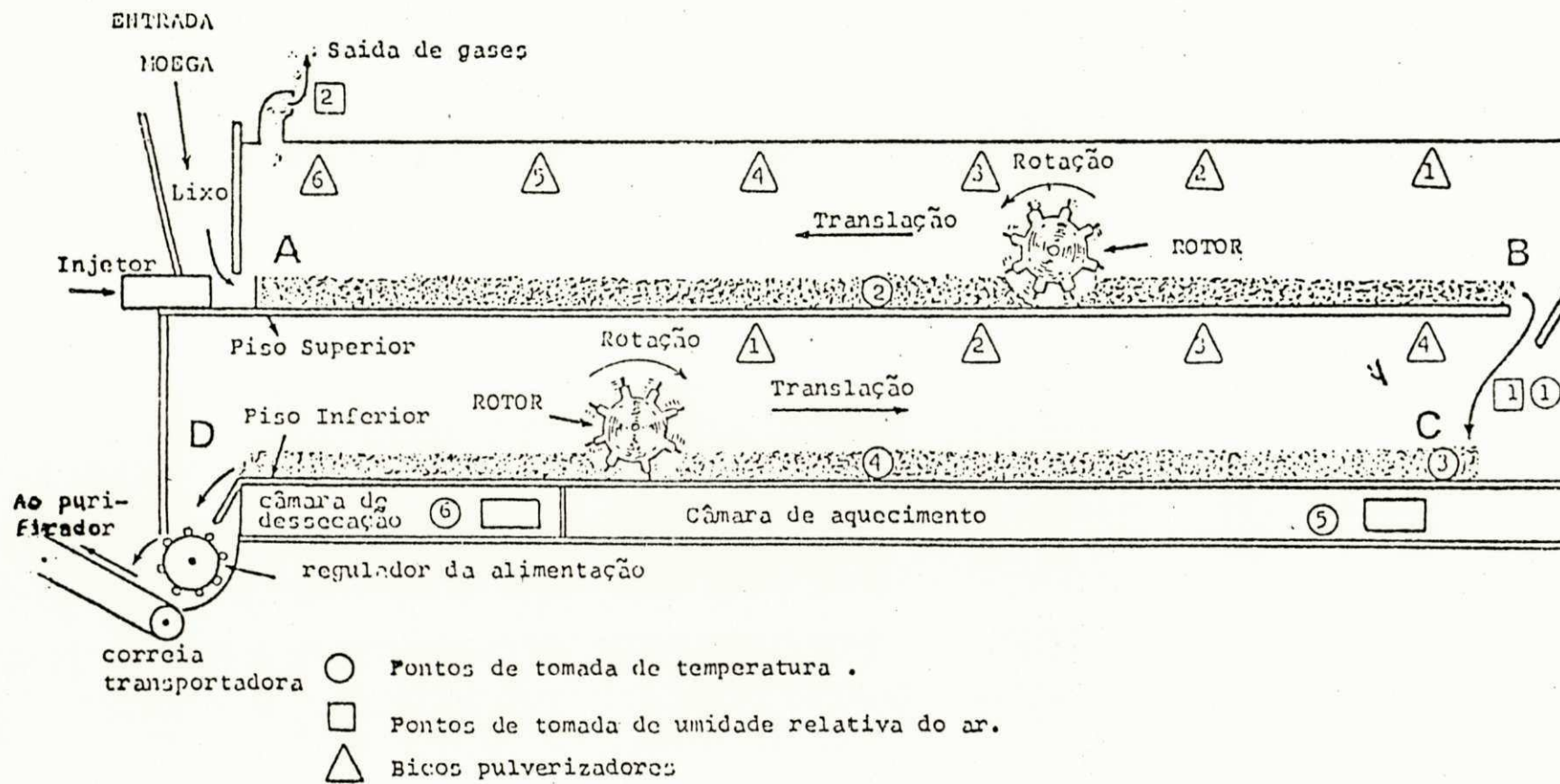


Fig. 3 ESQUEMA DE BIORÁPIDO

Fonte: VEGA SOTAVE S/A

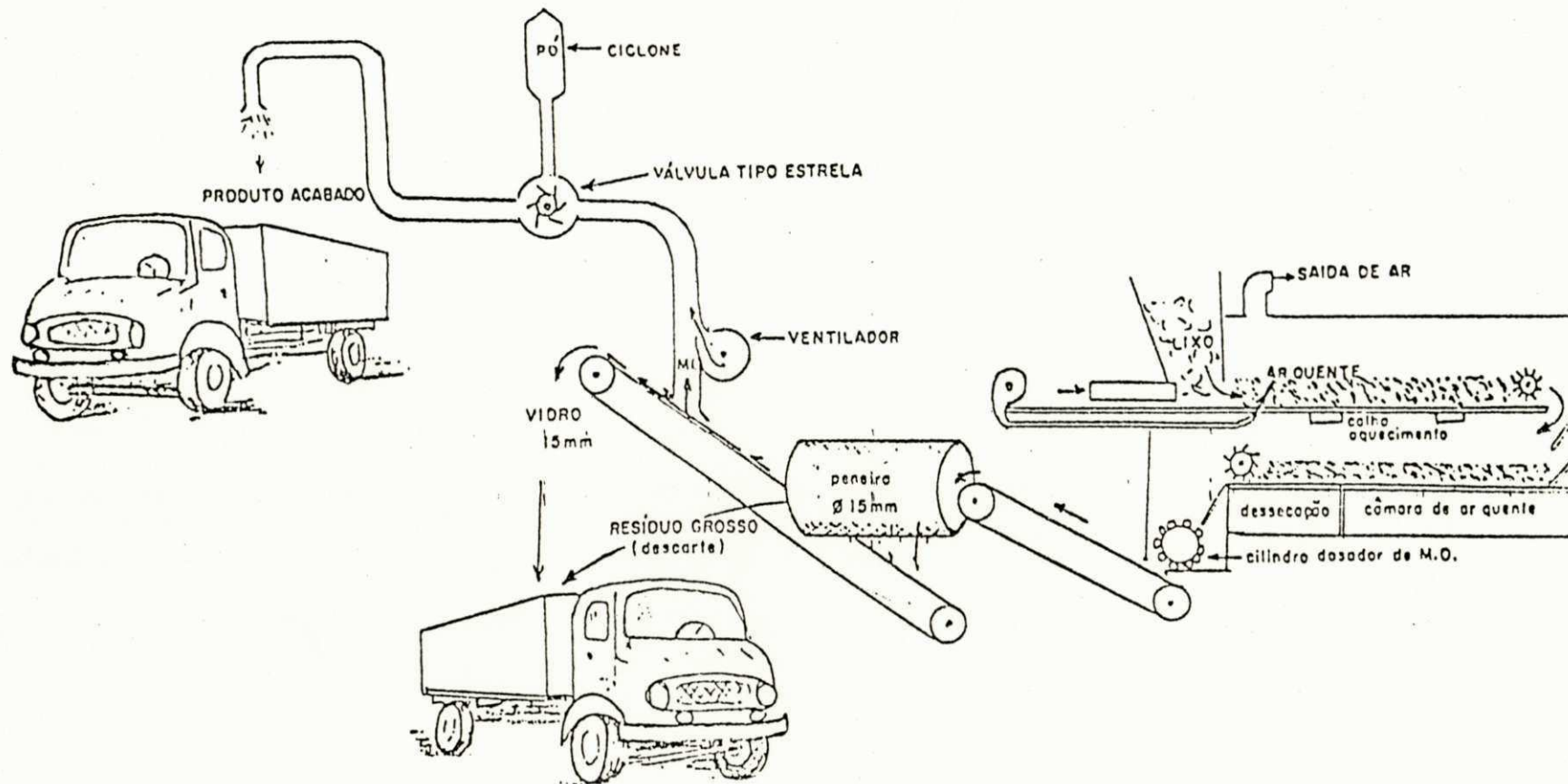


Fig. 4 ESQUEMA DOS EQUIPAMENTOS PARA ACABAMENTO FINAL DO COMPOSTO

Fonte: VEGA SOTAVE S/A

TABLE 36

## THERMAL DEATH POINTS OF SOME COMMON PATHOGENS AND PARASITES

---

Organism
<u>Salmonella typhosa</u> : No growth beyond 46°C; death within thirty minutes at 55° to 60°C. (58)
<u>Salmonella spp.</u> : Death within one hour at 55°C; death within 15 to 20 minutes at 60°C. (58)
<u>Shigella spp.</u> : Death within one hour at 55°C. (58)
<u>Escherichia coli</u> : Most die within one hour at 55°C, and within 15 to 20 minutes at 60°C. (58)
<u>Endamoeba histolytica cysts</u> : Thermal death point is 68°C. (59)
<u>Taenia saginata</u> : Death within five minutes at 71°C. (59)
<u>Trichinella spiralis</u> larvae: Infectivity reduced as a result of one hour exposure at 50°C: thermal death point is 62-72°C. (59)
<u>Necator americanus</u> : Death within 50 minutes at 45°C. (59)
<u>Brucella abortus</u> or <u>suis</u> : Death within three minutes at 65°C. (59)
<u>Micrococcus puogenes</u> var. <u>aureus</u> : Death within 10 minutes at 50°C. (22)
<u>Streptococcus pyogenes</u> : Death within 10 minutes at 54°C. (22)
<u>Mycobacterium tuberculosis</u> var. <u>hominis</u> : Death within 15 to 20 minutes at 66°C; or momentary heating at 67°C. (22)
<u>Corynebacterium diphtheriae</u> : Death within 45 minutes at 55°C. (22)

---



## 2.5. IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE NA LIMPEZA URBANA

A limpeza urbana é a principal preocupação dos governantes municipais. A conservação dos logradouros, ruas, serviços alternados de coleta de lixo têm que apresentar um aspecto higiênico.

A manutenção de uma cidade por um órgão de limpeza é deixá-la livre de rejeitos para:

- "prevenir doenças e incômodos à saúde, os últimos resultantes de poeira nos olhos, ouvido, nariz e garganta;
- prevenir danos a veículos causados por impedimento ao tráfego como galhos de árvore, objetos metálicos cortantes, etc.;
- promover a segurança de tráfego, exemplo: poeira, que pode causar derrapagem, folhas e capim secos podem causar incêndios;
- melhorar a aparência de uma comunidade;
- prevenir o entupimento do sistema de drenagem de água pluviais".<sup>4</sup>

Nas vias públicas encontram-se uma heterogeneidade de resíduos, os quais coletados pelos garis de varrições, on

---

4. F., Antônio N. Magalhães e Luís, Álvaro Catanhede. Limpeza urbana. Cadernos FEEMA, Rio de Janeiro, 15 de outubro de 1979. p. 6.



de a maioria desses resíduos são lançados nas ruas por falta de conscientização à população pelo município. Todos esses resíduos, de um modo geral, (logradouros, residenciais, especiais) devem ser coletados por veículos especiais e transportados para o tratamento final. O Departamento de limpeza urbana deverá possuir veículo de reserva para não interromper a coleta.

A varrição pode ser manual e mecânica. A **varrição manual** é realizada pelos garis com suas vassouras, enxadas, pás, carrinhos, etc., que coletam os resíduos das vias públicas e transportam às caçambas estacionárias, as quais são coletadas e transportadas por caminhões poliguindaste. Este sistema de varrição é amplamente utilizado em todas as cidades. A varrição mecanizada é aceita nas grandes metrópoles. As máquinas, quando estão em operação, varrem, coletam e transportam os resíduos. Elas foram dimensionadas para varrerem apenas as sarjetas.

Há dois tipos de varredeiras mecânicas:

- escovas
- vácuo

As de escovas aumentam de rendimento em sarjetas regulares, as de vácuos possuem a vantagem de aspirar todos os resíduos, evitando de certo modo a poluição nos mananciais. As melhores máquinas chegam a percorrer uns 40 Km em 8 horas de trabalho com uma velocidade de 5 Km horário.

O sistema de coleta para ser eficiente tem que ser diário, ou alternado, e que tenha seus dias e horários fixados. Cada tipo de coleta existe um veículo padronizado com objetivo de fornecer aos habitantes segurança e conforto. Uma rua limpa é quando está livre de resíduos. Outros problemas enfrentados pelos municípios são os fatores:

- clima;
- hábitos da população;
- pavimentação das ruas;
- econômicos e sociais.

Uma cidade limpa torna-se atraente, seus imóveis valorizam-se e a população passa a gozar de completo bem-estar físico, mental e social.

### 3. ACONDICIONAMENTO, COLETA, TRANSPORTE E DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE JOÃO PESSOA

#### 3.1. SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

##### 3.1.1. Organograma

Costuma-se chamar a Secretaria de Serviços Urbanos a espinha dorsal do município, isto porque cabe a ela executar a maioria das tarefas de sua cidade. Face a complexidade de suas atividades, tornou-se necessário a criação de divisões especializadas. O Departamento de Limpeza Urbana (DELUR) é um de seus departamentos.

Para uniformizar a estrutura administrativa do DELUR, faz-se necessário obedecer a um organograma capaz de atender satisfatoriamente ao órgão e suas respectivas divisões.

O Organograma oficial do DELUR, não atende às necessidades do Departamento, face a concentração de atividades a que se propõe, estando defasado e dificultando a ação administrativa.

nistrativa, em decorrência de não adaptação de suas diversas divisões. O organograma que se está situando é o oficial, em vista de o poder legislativo ainda não haver aprovado outro mais adequado.

Por outro lado, outro organograma surgiu, o de nº 02, que apesar de melhor estudado, não contribui de forma completa e nem atende aos padrões normais de crescimento do Departamento, que embora haja melhor distribuição dos diversos setores de atividades, não configura a realidade do DELUR. A aplicação desse organograma está a desejar, embora a administração esteja lhe obedecendo, por ser o oficial.

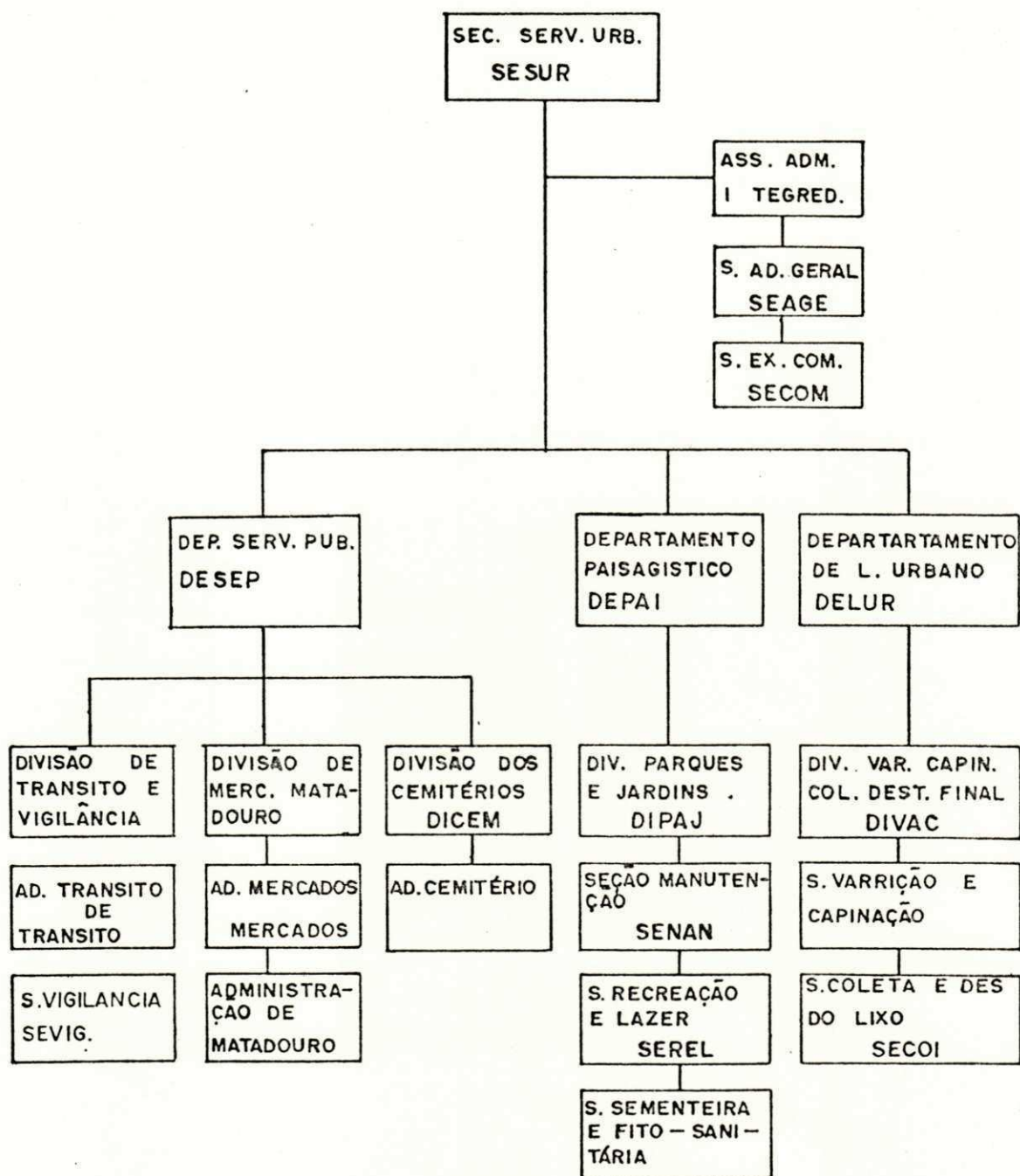
Um terceiro organograma, o de nº 03, surgiu de forma mais adequada e sua aplicação se torna necessária, face sua maior flexibilidade de trabalho. Enquanto no segundo apresenta uma divisão, no terceiro expressa três, com melhor progresso, dentro da estrutura funcional e organizacional. Este organograma merece ser aprovado e posto em prática pelo DELUR.

### 3.2. ACONDICIONAMENTO DE LIXO

A cidade em estudo se desenvolve para o norte e para o sul, ficando um grande espaço vazio dentro da área urbana. A área urbana é de 65,1 km<sup>2</sup> para uma população de 337.761 habitantes (censo de 1980). Acha-se dividida em duas zonas, A e B, pelo Departamento de limpeza urbana as quais se compõem de 15 setores de coleta de lixo.

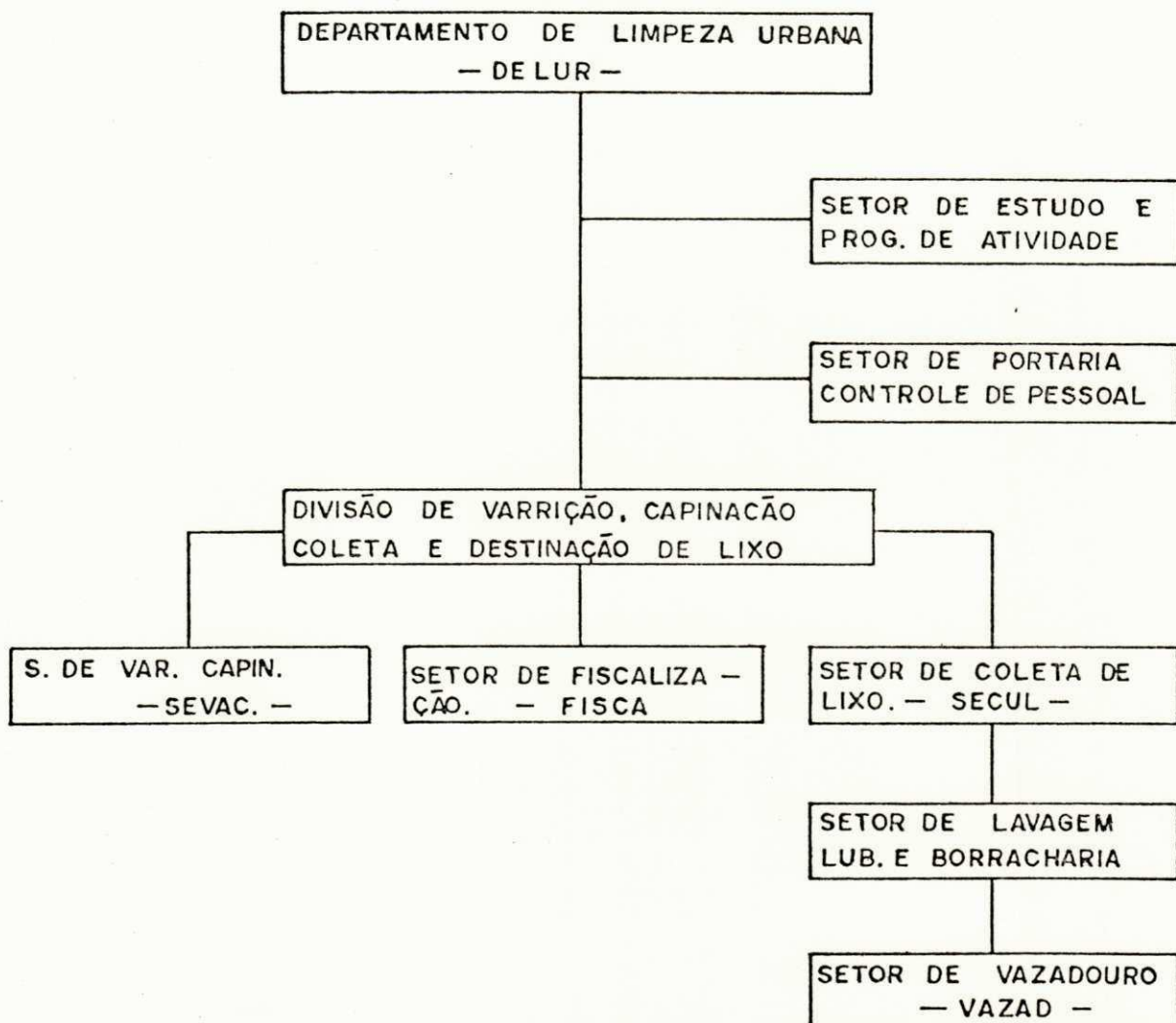


## ORGANOGRAMA Nº 01



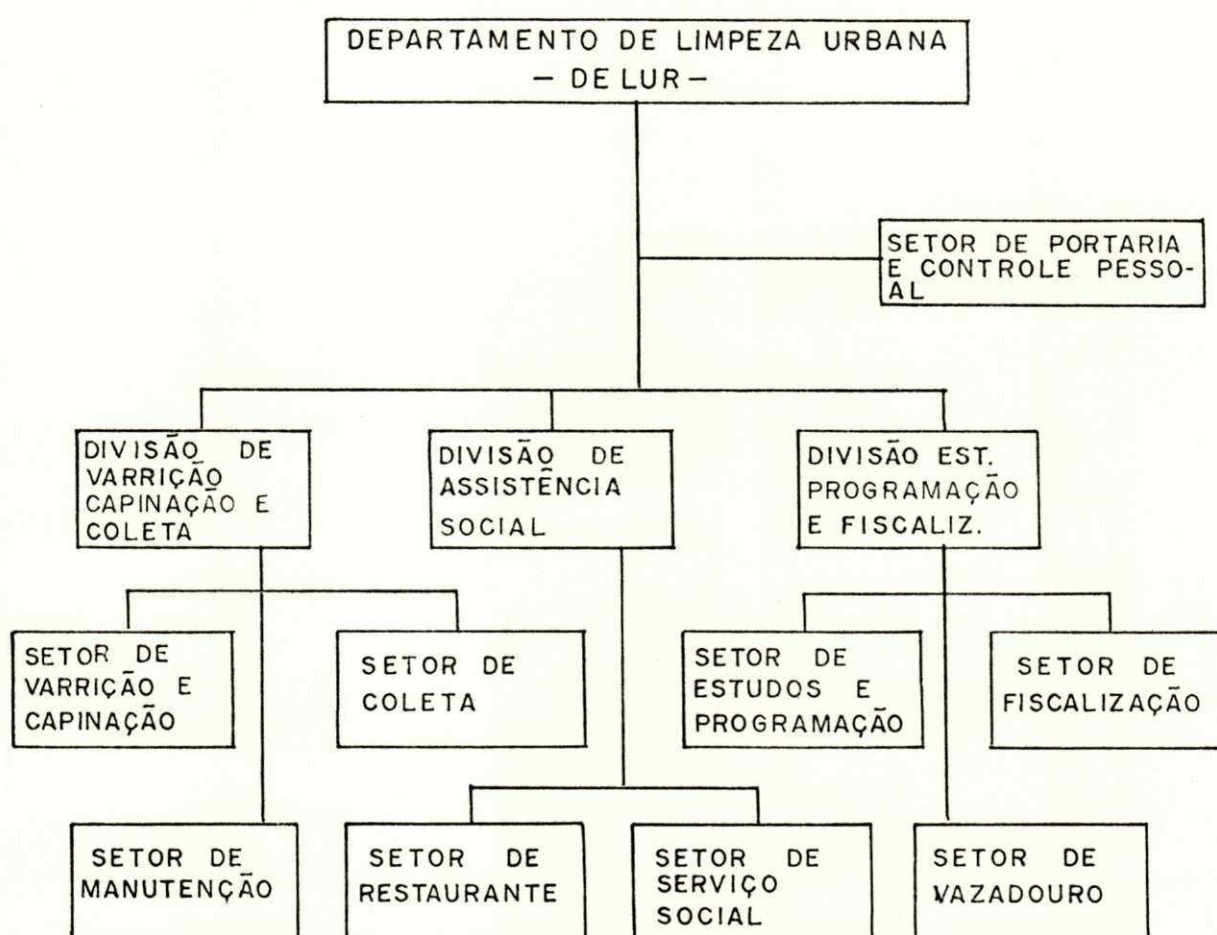
Fonte: DELUR

## ORGANOGRAMA Nº 02



Fonte: DELUR

## ORGANOGRAMA Nº 03



Fonte: DELUR

TABELA 3.1

DEMONSTRATIVO DO NÚMERO DE TERRENOS E PRÉDIOS EXISTENTES EM CADA SETOR			
SETOR	ZONA RESIDENCIAL	NÚMERO DE TERRENOS	NÚMERO DE PRÉDIOS
ZONA - "A"			
1	Tambaú e Manaíra	10721	3909
2	Tambaú e Cabo Branco	4305	2039
3	Conjunto Miramar e João Agri- pino	642	1732
4	Conjunto Castelo Branco I, II, III, Conj. dos Professores e dos Bancários	5313	5203
5	Torre	328	4811
6	Expedicionário e Tambauzinho	677	2166
7	Bairro dos Estados e Conj. Pe- dro Gondim e Verde Mar	1157	3043
8	Mandacaru e Conjunto 13 de Maio e Boa Vista	1172	4999
	TOTAL	24315	27902
ZONA "B"			
9	Centro Residencial e Roger	394	4220
10	Centro Com. Cordão Encarnado e Varadouro	2481	11634
11	Jaguaribe	332	4175
12	Rangel e Cristo Redentor e Geisel e Conjunto José Améri- co	5736	10157
13	Cruz das Armas	571	5694
14	Bairro dos Novais, Cidade dos Funcionários, J. Planalto	1958	10290
15	Conj. Costa e Silva e Ernani Sátiro	2328	3684
	TOTAL	13800	49854
	TOTAL GERAL	38115	77758

FONTE: Departamento de Limpeza Urbana (DELUR) e a URBAN



Na zona A da cidade encontra-se uma comunidade com um poder aquisitivo maior do que o da zona B (Ver Tabela 3.1). A coleta da zona A faz-se nas terças, quintas-feiras e nos sábados e, a da zona B, nas segundas, quartas e sextas-feiras. Existindo qualquer dificuldade no sistema, a coleta se prolonga até aos domingos.

Os resíduos sólidos da cidade estão classificados em domiciliar, acumulado e logradouro. O resíduo acumulado, ainda não definido, é aquele lançado em terreno baldio pela população. Isto não acontecendo, constata-se eficiência no sistema de coleta.

O lixo domiciliar é acondicionado, em sua maioria, em recipientes de pneus e nos sacos plásticos que têm uma boa aceitação pela comunidade. O sistema de coleta implantado na cidade pelo DELUR não especifica em seus artigos, a maneira mais higiênica de acondicionar os resíduos sólidos.

Na varrição, que é manual, o gari utiliza o carrinho de mão simples para coletar os resíduos das vias públicas e lançá-los nas caixas estacionárias instaladas em pontos estratégicos do município. O carro-de-mão não tem aceitação nas grandes empresas de limpeza urbana, tendo em vista possuir capacidade reduzida e ser anti-higiênico.

A varrição é realizada diariamente nas principais ruas da cidade chegando até a ser dada duas a três varrições na mesma rua, ficando algumas vias sem manutenção. Compa

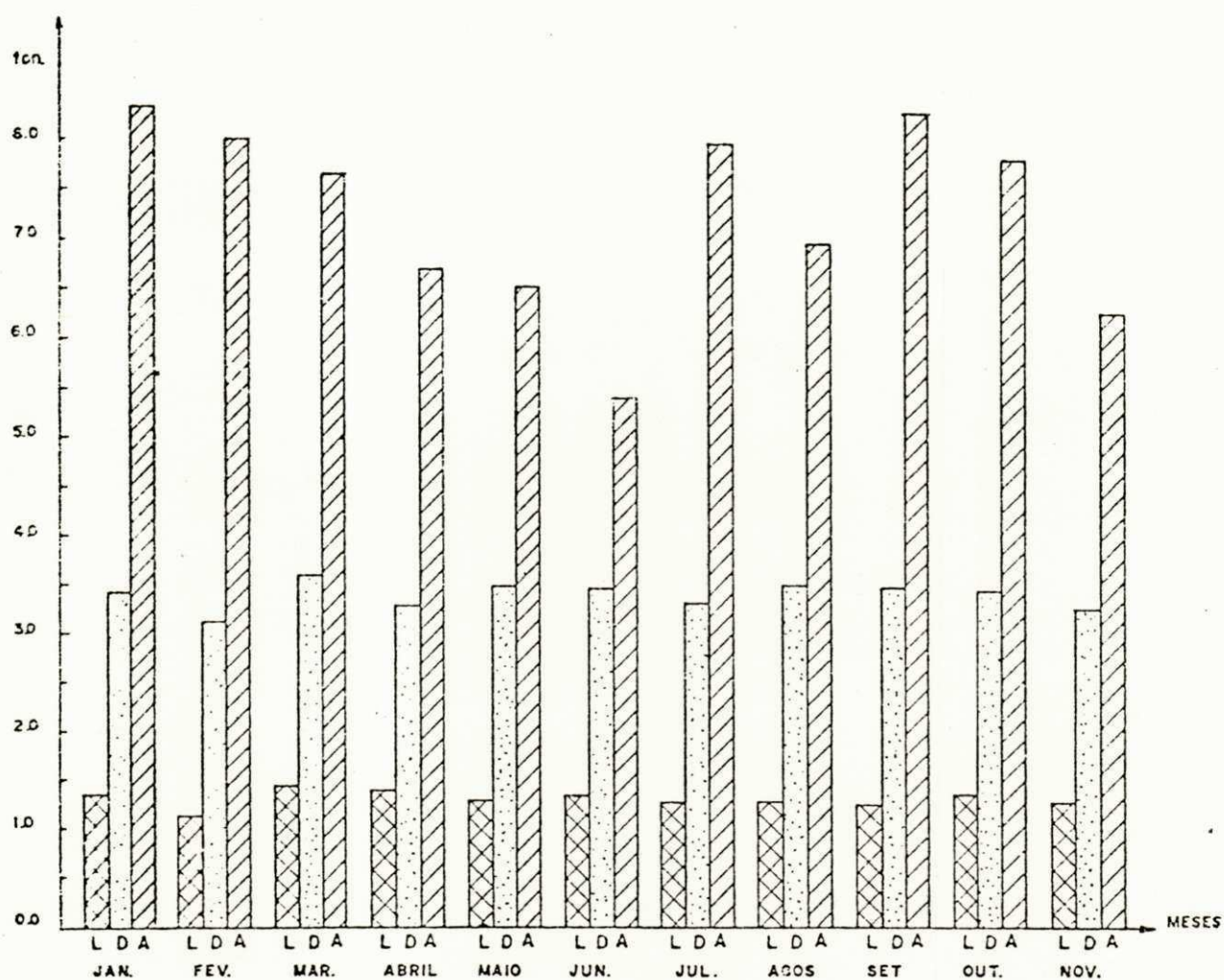


Fig. 5 QUANTIFICAÇÃO DO LIXO DE LOGRADOURO, DOMICILIAR E ACUMULADO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA EM 1982.

Fonte: DEPARTAMENTO DE LIMPEZA URBANA ( DELUR ).

rando a produção de varrição com as pesquisas já realizadas pode-se comprovar conforme Tabela 01, que o rendimento da varrição por gari na cidade, não satisfaz.

Na Tabela 02 representa a quantificação dos resíduos em 1982 que permaneceu praticamente inalterada durante todo o ano, o qual está representado através da Fig. 5.

### 3.3. COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A coleta de lixo domiciliar nos bairros é realizada em dias alternados, apenas os setores 9 e 10 são diariamente, por se considerar o centro da cidade. Com o crescimento da cidade para o nordeste e sudeste, vai ficando dentro da área urbana um espaço vazio que será ocupado com o decorrer do tempo. Os conjuntos residenciais implantados estão distanciados do destino final do lixo, aumentando os custos operacionais dos equipamentos.

O lixo do logradouro coletado pelo gari da varrição e acondicionado em caixa coletora é transportado por veículo poliguindaste. A Tabela 03 presente no Anexo I, se refere aos setores de coleta de lixo, discriminando as áreas por setor, ruas atendidas pela coleta, ruas não atendidas, distância dos pontos inicial e final ao vazadouro e a previsão da receita de 1982.

O DELUR não possui veículos suficientes para atender a população, todos estão com sua vida útil esgotada (cinco



anos), quando um itinerário não é cumprido, haverá uma alteração no sistema de coleta, tornando-a deficiente. Os veículos utilizados na limpeza urbana são dos tipos: gar-wood, kuka, baú (prefeitura), caçamba aberta, poliguindaste, caminhões convencionais e contando, ainda, com equipamentos alugados. As conseqüências surgidas com deficiência da coleta estão no lançamento de resíduos pela comunidade em terreno desocupado, comprometendo o DELUR na referida limpeza que terá de removê-los com enchedeiras e caçambas, aumentando seus custos de limpeza.

#### 3.4. TRATAMENTO FINAL DO LIXO DE LOGRADOURO, DOMICILIAR E ACUMULADO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA

O destino final dados aos resíduos sólidos da cidade em estudo é feito a céu aberto em uma região de mangue, doada pela marinha. Fica localizada ao norte do município denominado Varadouro do Baixo Roger. Todo lixo coletado é transportado e descarregado neste local que, com auxílio de um trator D-4, espalha e faz a compactação ao mesmo tempo.

O lixo não é periodicamente coberto por uma camada de solo, está sendo operado como vazadouro. Esse tipo de destinação final está proibido desde 30 de março de 1979, (Portaria nº 053, do Ministro de Estado do Interior, que o extingue para comunidade com mais de 50.000 habitantes). Diz que 80% dessa comunidade deve ter um sistema de desti



nação final dos resíduos sólidos, sanitariamente adequado.

#### 3.4.1. Destino final do lixo hospitalar

Os resíduos especiais constantes na Tabela 04, do anexo, são provenientes das salas cirúrgicas, clínicas, etc, que não são destinados ao vazadouro junto com os demais originados no próprio local, que também não deixa de ser um lixo especial. São resíduos putrecíveis que se decompõem e tende a percolar e atingir o lençol subterrâneo quando atirado em poço. As empresas produtoras desses resíduos deveriam ser orientadas pelo DELUR como acondicionar, transportar e tratar o lixo.

#### 3.4.2. Destino final do lixo industrial

O lixo industrial é o rejeito da indústria, sempre está na fase sólida. Nas indústrias existem inúmeros tipos de resíduos. Aquelos produzidos nos setores de produção e outros nos escritórios, varrições interna e externa, restaurante, etc., que não são reaproveitados e sim lançados a céu aberto por caminhões contratados a critério de cada empresa. 50% das indústrias reaproveitam seus resíduos. (Ver Anexo I, Tabela 5).

TABELA 3.2

COMPOSIÇÃO DO LIXO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA  
(% EM PESO)

COMPONENTES	JOÃO PESSOA - %
papel, papelão	6,8
metal, lata	2,3
plástico	2,5
vidro	2,4
matéria orgânica	51,0
folhas	22,6
outros	12,4

## 4. PREVISÃO DE CRESCIMENTO DE SERVIÇO DA LIMPEZA URBANA

### 4.1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da cidade, os serviços de limpeza tendem a aumentar em toda zona urbana, principalmente na orla marítima e a sudeste do município. O presente capítulo prever o desenvolvimento da limpeza, e não o dimensionamento desses serviços.

As necessidades básicas da população em expansão se determinam com levantamento estatístico, aplicando métodos estimativos de projeção. Se não dispor de cálculos baseados em uma análise sistemática da tendência demográfica, os calculistas passam a aplicar suposições, ou mesmo noções mais ou menos vagas das necessidades e dos recursos disponíveis.

Quanto mais dados estatísticos estiverem à disposição dos planejadores, melhores estimativas futuras eles terão. Mas qualquer que seja a estimativa com relação ao

futuro, nela irá conter elemento de incerteza, que não poderá ser eliminada por maior que seja a quantidade de informações estatísticas em que se firme.

#### 4.2. PROJEÇÃO PELO MÉTODO DA CURVA LOGÍSTICA

Existem vários métodos matemáticos para estimar a população futura, entre eles o mais amplamente usado, é o da curva logística de crescimento de Verhulst. Essa curva apresenta um crescimento acelerado, depois passa a ser retardado, em seguida o crescimento chega à estabilização. A curva logística ainda é empregada em algumas projeções de população, que, quase sempre, retrata uma tendência razoável. (Ver Anexo II). O método geométrico também é bastante utilizado.

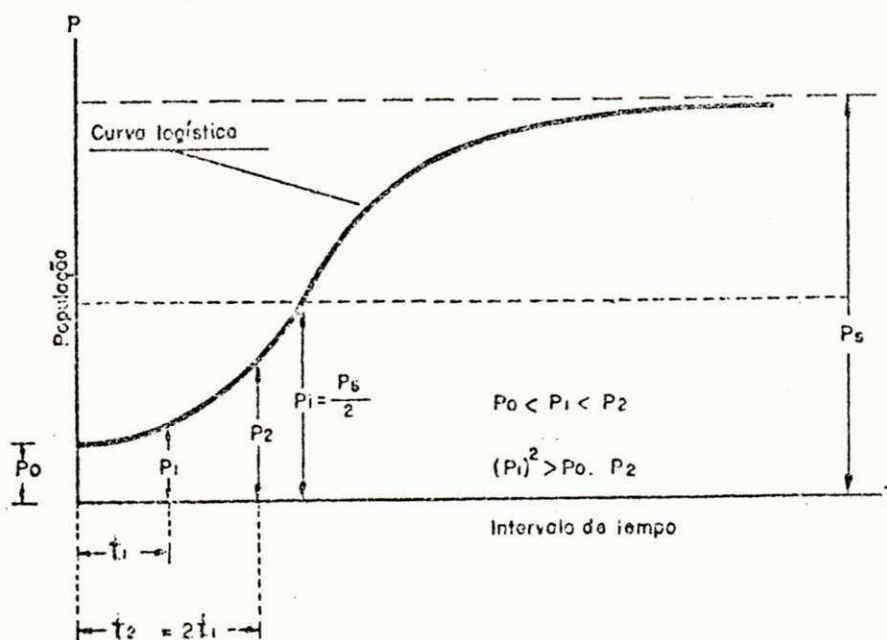


Fig. 6. Curva logística



### 4.3. PROJEÇÃO PELO MÉTODO DAS COMPONENTES

"O método das componentes para projeção de população compreende, a projeção separadamente do número de homens e de mulheres em cada grupo etário. Projeções separadas para cada um dos vários grupos étnicos ou lingüísticos da população urbana e rural. É muito conveniente projetar a população por intervalos de tempo iguais aos intervalos de idade em que se divide a população total".<sup>5</sup> IBGE (1978:165)

### 4.4. PROJEÇÃO DE CRESCIMENTO ANUAL, FORNECIDO PELO IBGE

Em cada dez anos o IBGE realiza o CENSO em todo o país, demonstrando os índices de crescimento de todas as cidades brasileiras.

### 4.5. CONCLUSÃO DO MÉTODO A SER UTILIZADO

Na realidade, o método das componentes é superior aos métodos matemáticos (aritmético, geométrico, curva logística) por envolver um estudo separado das variações contidas em cada

---

5. Fundação Instituto Brasileiro Geografia e Estatística. Método para preparar projeções de população. Rio de Janeiro, 1978. p. 165.

componente da população. Por ser um método complexo, as informações estatísticas não são detalhadas ou precisas, o bastante para permitir a formulação das hipóteses específicas necessárias à projeção de cada componente. Se uma ou mais dessas razões prejudicam o uso de uma projeção pelo método das componentes, prefere-se no caso um método matemático, ou deve-se adotar o índice de crescimento anual fornecido pelo IBGE, tornando-se mais eficiente que os métodos existentes, inclusive o das componentes.<sup>6</sup>

#### 4.6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Dos cálculos efetuados pelos métodos matemáticos todos chegaram a correlacionar com o levantamento obtido com índice de crescimento de 4,07%, ao ano, fornecido pelo IBGE. A previsão fornecida através da Prefeitura não demonstrou no Plano de Extensão o método utilizado. A população urbana do município em 1980 era de 326.798 habitantes, dados fornecidos pelo IBGE; a Prefeitura previu 333.584 habitantes.

O método da curva logística é amplamente utilizado para as grandes cidades, onde se prevê uma saturação populacional. João Pessoa se desenvolve em direção ao Nordeste (orla marítima), ao sudeste e ao sul. Ao sudeste o cresci

6. Fundação Instituto Brasileiro Geografia e Estatística. Método para preparar projeções de população. Rio de Janeiro, 1978. p. 165.

mento é mais acelerado em virtude dos inúmeros conjuntos residenciais que estão sendo construídos. Nesses conjuntos residenciais o sistema de drenagem e pavimentação são precários, o que dificulta o serviço de coleta residencial.

#### 4.7. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA TABELA 4.3.

Os dados de até maio de 1982 servem para fazer uma previsão de serviços a serem implantados até o ano 2.000. O município atualmente dispõe de um servidor para cada 413 habitantes, enquanto em países europeus o rendimento por cada servidor chega a atender 1.500 a 2.000 habitantes. Não se pode comparar os serviços executados aqui no Brasil, principalmente no Nordeste, com os da Europa, motivados pelo clima, os hábitos da população, a vegetação e os tipos de equipamentos (varredoras mecânicas, veículos etc.). Outro motivo que se deve levar em conta é o crescimento vertical das cidades européias, já que as do Nordeste crescem horizontalmente. O Departamento de Limpeza Urbana possui um elevado número de servidores para as tarefas que lhes são incumbidas. Basta dizer que as ruas principais são varridas duas a três vezes por dia, deixando as demais sem manutenção.

Tendo como base o pessoal existente, pode-se prever para os anos de 1990 e 2000, o número de servidores que deverá compor o quadro de funcionários do município, que na realidade será inferior para os serviços, considerando o



crescimento acentuado da necessidade de manutenção. Para efeito de previsão das residências a serem construídas, foi levado em consideração o censo demográfico da zona urbana de João Pessoa, que em 1980 foi de 326.798 habitantes e 70.275 de residências no referido ano, onde a média atingiu 4,6 habitantes por residência, daí então surgir a previsão para os anos de 1990 e 2000.

#### 4.8. DADOS NECESSÁRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DA FROTA DE VEÍCULOS

Ao município caberá estabelecer o critério de dimensionamento da frota até 1990, isto porque já se pensa em utilizar dois a três vazadouros. Portanto, depois de escolhidos os locais é que o DELUR poderá calcular o número de veículos que irá compor juntamente com os existentes. E para efeito desses cálculos deve-se levar em consideração:

- volume de lixo a ser coletado;
- tempo gasto com a coleta;
- tempo morto (tempo em que o veículo não está coletando);
- quilometragem com coleta e sem coleta;
- quilometragem média horária de veículo;
- servidores por veículo;
- tipo de coleta;
- a média per capita (1,2 Kg/hab/dia, atual), que é



em função do volume dos resíduos coletados, durante o ano, do número de dias úteis, de residências e de habitantes existentes na área urbana do município;

- número de viagens previstas por dia. Atualmente está em torno de duas por veículo.

TABELA 4.1

POPULAÇÃO URBANA PREVISTA PELO IBGE E O MUNICÍPIO  
PARA O ANO DE 1990 E 2000, RESPECTIVAMENTE

A N O	ÍNDICE DE CRESCIMENTO DE 4,07% AO ANO (IBGE)	PREVISÃO DO MUNICÍPIO
1960	137.788 +	-
1970	213.495 +	220.423
1980	326.798 +	333.584
1981	340.099	347.792
1982	353.941	362.077
1983	368.346	376.946
1984	383.337	392.024
1985	398.939	408.123
1986	415.176	424.883
1987	432.073	442.330
1988	449.658	460.023
1989	467.959	478.914
1990	<u>487.005</u>	<u>498.579</u>
1991	506.826	-
1992	527.454	-
1993	548.921	-
1994	571.262	-
1995	594.512	-
1996	618.708	-
1997	643.889	-
1998	670.095	-
1999	697.367	-
2000	<u>725.750</u>	-

Obs. + Censo (IBGE)

**TABELA 4.2**

RESUMO DA PREVISÃO DA POPULAÇÃO PARA O ANO DE 1990 E 2000

	1990	2000
Método geométrico	512.554	765.707
Índice do IBGE	487.005	725.755
Previsão da Prefeitura	498.579	-
Método da curva logística	492.958	722.077

**TABELA 4.3**

RESUMO DA PREVISÃO DE CRESCIMENTO DE SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA PARA OS ANOS DE 1982, 1990 E 2000

DISCRIMINAÇÃO	1982	1990	2000
População	353.941	487.005	725.750
Habitantes por servidor	413	413	413
Pessoal lotado no DELUR	858	1.179	1.757
Número de residências	77.756	105.871	157.772
Residências por servidor	91	83	83
Ruas atendidas pela coleta	54,5%	-	-
Ruas não atendidas pela coleta	45,4%	-	-
Resíduos sólidos em tonelada	132.787	182.334	271.721

## 5, METODOLOGIA

### 5.1. SECRETARIAS DO MUNICÍPIO E IBGE

O desenvolvimento deste estudo iniciou com a coleta de dados obtidos nas Secretarias Municipais de:

- Serviços Urbanos;
- Administração;
- Finança;
- Transporte e Obras.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística contribuiu com uma pequena parcela.

### 5.2. RESÍDUOS SÓLIDOS

O tratamento dado ao lixo hospitalar e industrial foi analisado no local. Os dirigentes respondiam às seguintes solicitações:

- que tipo de resíduo é produzido em sua empresa?
- o lixo é reaproveitado em sua empresa?
- a Prefeitura faz a coleta de lixo?



- qual o destino final do lixo?

Para iniciar o cálculo do rendimento da varrição dos garis que varrem as principais ruas da cidade duas a quatro vezes a mesma rua, por dia, foi preciso analisar as distorções existentes entre as restantes. Elaborou-se um estudo da produção hora por gari, medindo-se a extensão da rua em uma escala de 1:10000 e testada com um curvímetro. (Ver Tabela 1)

### 5.3. CUSTO DE PESSOAL

O custo de pessoal do DELUR foi obtido a partir do boletim de frequência com suas respectivas matrículas. De posse dessas matrículas que serviram para coletar no setor de contabilidade, em listagem programada por matrícula de todos servidores do município, o custo de 858 funcionários. Os custos dos dependentes foram subtraídos dos encargos sociais.

### 5.4. PREVISÃO DE CRESCIMENTO DE SERVIÇO

A metodologia aplicada ao cálculo de previsão de crescimento de serviço teve como base os censos de 1960, 1970, 1980 e o índice de crescimento populacional de 4,07% ao ano,

todos fornecidos pelo IBGE. Também foram utilizados os métodos de previsão de população: Geométrico e o da Curva Logística (Ver Anexo II).

## 5.5. CUSTO DOS EQUIPAMENTOS

### i) Levantamento dos dados dos equipamentos

O custo por quilômetro rodado dos veículos de coleta de lixo do DELUR está em ORTN (Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional) a fim de facilitar outros trabalhos no futuro.

Dos 19 veículos coletores de lixo apenas 50% estão em atividades diariamente, com a participação maior dos quatro gar-woods, dois poliguindastes, um kuka e duas câmbas fechadas (tipo baú, ou prefeitura). Foram escolhidos como amostra os quatro compactadores gar-woods, por serem os mais constantes em seus serviços e possuírem a mesma capacidade de carga, anos e motores iguais. O gar-wood nº 5 (CCG-5), adquirido em setembro de 1981 começou a trafegar em março de 1982, é o único da frota que ainda possui odômetro. A Tabela 10, contém a coleta de dados do compactador gar-wood nº 5, (CCG-5); trator (TI-1) e camionetas PU-10 que serviram para tirar a média da quilometragem rodada e horas trabalhadas (trator TI-1).

### ii) Custo por quilômetro rodado

O custo por quilômetro rodado dos equipamentos da coleta foi obtido somando-se os custos das equações a seguir:

$$\text{depreciação} = \frac{\text{depreciação anual em ORTN}}{\text{Km média anual}}$$

$$\text{manutenção} = \frac{\text{manutenção média mensal em ORTN}}{\text{Km média mensal}}$$

$$\text{lubrificante} = \frac{\text{lubrificante médio mensal em ORTN}}{\text{Km rodado até a troca (5000 Km)}}$$

$$\text{combustível} = \frac{1 \text{ litro em ORTN}}{\text{rendimento}} \times \text{preço}$$

$$\text{pneus} = \frac{\text{pneus em ORTN}}{\text{vida útil em Km}}$$

$$\text{motorista} = \frac{\text{vencimentos, encargos sociais ORTN}}{\text{Km média do mês}}$$

$$\text{taxa rodoviária} = \frac{\text{taxa e seguro em ORTN}}{\text{Km média anual}}$$

OBS.: para os tratores usa-se horas trabalhadas

Nos cálculos das depreciações foi necessário levar em considerações:

- a data de aquisição do equipamento;
- as ORTNs;



- quilometragem anual

O fisco permite que a vida útil do equipamento seja de cinco (5) anos, ou 20% de depreciação anual.

O custo da depreciação teve como base o valor de aquisição do veículo e a ORTN.

$$VC = VV \times \text{ORTN}_n / \text{ORTN}_0$$

$$D = 0,20 \times VC$$

$$VR = VC - D$$

VV - valor do veículo quando adquirido

VC = valor corrigido

n = número de ano

D = depreciação<sup>7</sup>

Os custos médios dos lubrificantes e de manutenções pesquisados em quatro meses serviram de amostra para os 19 veículos da coleta. Os custos com lubrificantes são aqueles realizados com óleos de carter, freio e câmbio. Ficou estabelecido no cálculo que os lubrificantes dos equipamentos são substituídos a cada 5.000 Km. Todos os dados relativos aos custos por quilômetro rodado foram obtidos na Secretaria de Transportes e Obras Públicas do município (SETOP). A SETOP dispõe de listagem programática de todos os custos com os equipamentos da Prefeitura.

---

7. Na prática, a vida útil dos veículos tem se mostrado superior aos cinco anos admitidos pela legislação fiscal, o que acarretaria uma diminuição sensível dos custos de depreciação destes equipamentos. Assim, se considerar uma vida útil de 10 anos que parece corresponder melhor a realidade, estes custos se reduziriam à metade.



## 5.6. ANÁLISE DOS CUSTOS COM EQUIPAMENTOS

As amostras conseguidas nos quatro meses, principalmente das camionetas (custo de manutenção) e dos tratores de um modo geral, não são estatisticamente confiáveis, seria preciso uma pesquisa mais prolongada para obter uma amostra representativa, isto porque, o município não dispõe de controle em manutenção preventiva e nem corretiva.

O cálculo do custo médio mensal dos equipamentos motorizados do Departamento de Limpeza Urbana da cidade, obedeceu a equação a seguir formulada:

$$\text{CMM} = \text{CKmR} \times \text{ORTN do mês} \times \text{Km do mês} \times \text{Nv};$$

$$\text{CMM} = \text{Custo médio mensal};$$

$$\text{CKmR} = \text{Custo por quilômetro rodado};$$

$$\text{Nv} = \text{Número de veículo existente.}$$

## 5.7. ANÁLISE DO SISTEMA DE COLETA DE LIXO

Visando analisar um dos trajetos da coleta de lixo da cidade se estaria ou não minimizados, foi utilizado o programa pertencente ao Grupo de Pesquisa Operacional do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba e também um mapa fornecido pelo INOCOOP, do conjunto habitacional dos Bancários, na escala de 1:10000 contendo

número de residências, quadras, etc., que serviu para preencher o Formulário (Ver Anexo III) e realizar uma série de estudo sobre o trajeto econômico da coleta de lixo. O programa acima mencionado leva em consideração os seguintes fatores: distância física entre os nós; estado de conservação das ruas; condição de trânsito; sentido do tráfego; tipo de coleta e percurso anterior.

## 6. RESULTADOS

Além do estudo anteriormente desenvolvido sobre os resíduos sólidos, inclusive o da cidade em estudo, também foram realizados custos de pessoal, por quilômetro rodado dos veículos da coleta de lixo, dos equipamentos alugados, de material de consumo e permanente, mencionados nas tabelas constante do Anexo I.

### 6.1 CUSTO DE PESSOAL

A Tabela 07 consta de um resumo referente às despesas administrativas, realizadas com materiais permanente, de consumo e outros que se referem a conservação e reformas de imóveis, etc., alugados pelo município em cada setor de coleta, para guardar os materiais de varrições e outros fins.

Na Tabela 08, tem-se o número total de servidores que trabalham na limpeza urbana. Nos cálculos estão adicionados os custos dos vencimentos, horas extras e encargos sociais. Os 29 funcionários lotados no Departamento de Limpeza Urbana pertencem a várias categorias (diretores, chefes, técnicos de nível médio, auxiliares de escritórios, fiscais, la

vadores, borracheiros, balanceiros, vigias, etc.). O município contribui com a Previdência Social com uma taxa de 26,3% (encargos sociais) que do total calculado é subtraído o custo com os dependentes. (Ver Tabela 09). O custo por cada dependente para o Governo é de 5% do salário da região.

## 6.2. CUSTOS POR QUILOMETRO RODADO

A Tabela 10 se refere aos custos médios dos lubrificantes que serviram para calcular os custos por quilômetro rodado e horas trabalhadas dos equipamentos da limpeza urbana.

Tabela 10.1 estão contidos os valores reajustáveis do Tesouro Nacional, os quais foram utilizados para transformar cruzeiros em ORTN.

As Tabelas 10.2 a 15 especificam os custos médios mensais dos lubrificantes e de manutenções, em ORTN (Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional), dos equipamentos do Departamento de Limpeza Urbana da cidade de João Pessoa.

A codificação CCG, significa "Caminhão Compactador Garwood"; PU "Camioneta" e TI "Trator".

Para efetuar o custo por quilômetro rodado foi necessário levantar os custos a seguir enumerados:

- depreciação;



- lubrificante;
- manutenção;
- combustível;
- pneu;
- taxa rodoviária e seguro.

No final de cada coluna das tabelas, estão mencionados os custos médios mensais em ORTN, a fim de facilitar outros estudos que poderão vir, se necessitarem de uma previsão de custo para a época atual.

O custo com lubrificante do CCG-4, apresentou uma elevação acentuada, mas no cômputo geral, o custo por quilômetro rodado do CCG-1, foi o maior apresentado. Os custos das camionetas (PU) e do trator (TI), permaneceram, praticamente, inalterados.

As Tabelas 16 a 18, discriminam os custos médios por quilômetro rodado e horas trabalhadas, em ORTN dos equipamentos do DELUR.

Aos custos operacionais da coleta de lixo, foram anexados os custos da frota do DELUR, dos equipamentos alugados, dos motoristas e garis. (Ver Tabela 21 do Anexo I).

TABELA 6.1

## RESUMO DOS CUSTOS E RECEITA PREVISTA, MÊS DE MAIO DE 1982

DISCRIMINAÇÃO	1 000	
	RECEITA MENSAL PREVISTA	CUSTO MENSAL
Pessoal	-	1.136,86
Administração	-	2.414,45
Coleta de lixo	2.484,00	-
Coleta especial	-	-
Multas	-	-
Custo operacional	-	23.725,36
Déficit	24.792,67	-
Total	27.276,67	27.276,67

A Tabela 6.1 é um resumo obtido das Tabelas 07, 08 e 21 do Anexo I, as quais discriminam os custos da limpeza urbana de João Pessoa em maio de 1982. A receita média mensal que está especificada na Tabela 03, serviu para calcular o déficit existente, que é de Cr\$ 24.792.670,00 correspondendo a 12.562 ORTN na data acima mencionada (Ver Tabela 10.1).

## 7. ANÁLISE DE TRAJETO DE COLETA DE LIXO

### 7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A coleta de lixo é um dos problemas primordiais de um município. O Departamento de Limpeza Urbana tem que se preocupar com a minimização do trajeto e da coleta, a fim de reduzir os custos operacionais.

O presente capítulo se refere a um estudo de otimização realizado no conjunto dos Bancários, sudeste da Capital, pertencente ao setor 04, composto de vários conjuntos residenciais (Professores e Bancários, etc. Fig 10).

A escolha do conjunto a ser pesquisado, foi feita aleatoriamente, tendo em vista que a cidade dispõe de 15 setores de limpeza urbana, nos quais estão contidos inúmeros roteiros de coleta de lixo. O trajeto não servirá de uma amostra representativa, mas, apenas de um levantamento para analisar se foi, ou não, otimizado, desde a sua implantação.

Utilizou-se um programa de otimização, pertencente a um Grupo de Pesquisa Operacional do Centro de Processamento de Dados do Centro de Ciências e Tecnologia da UFPb, para analisar o roteiro da coleta de lixo.



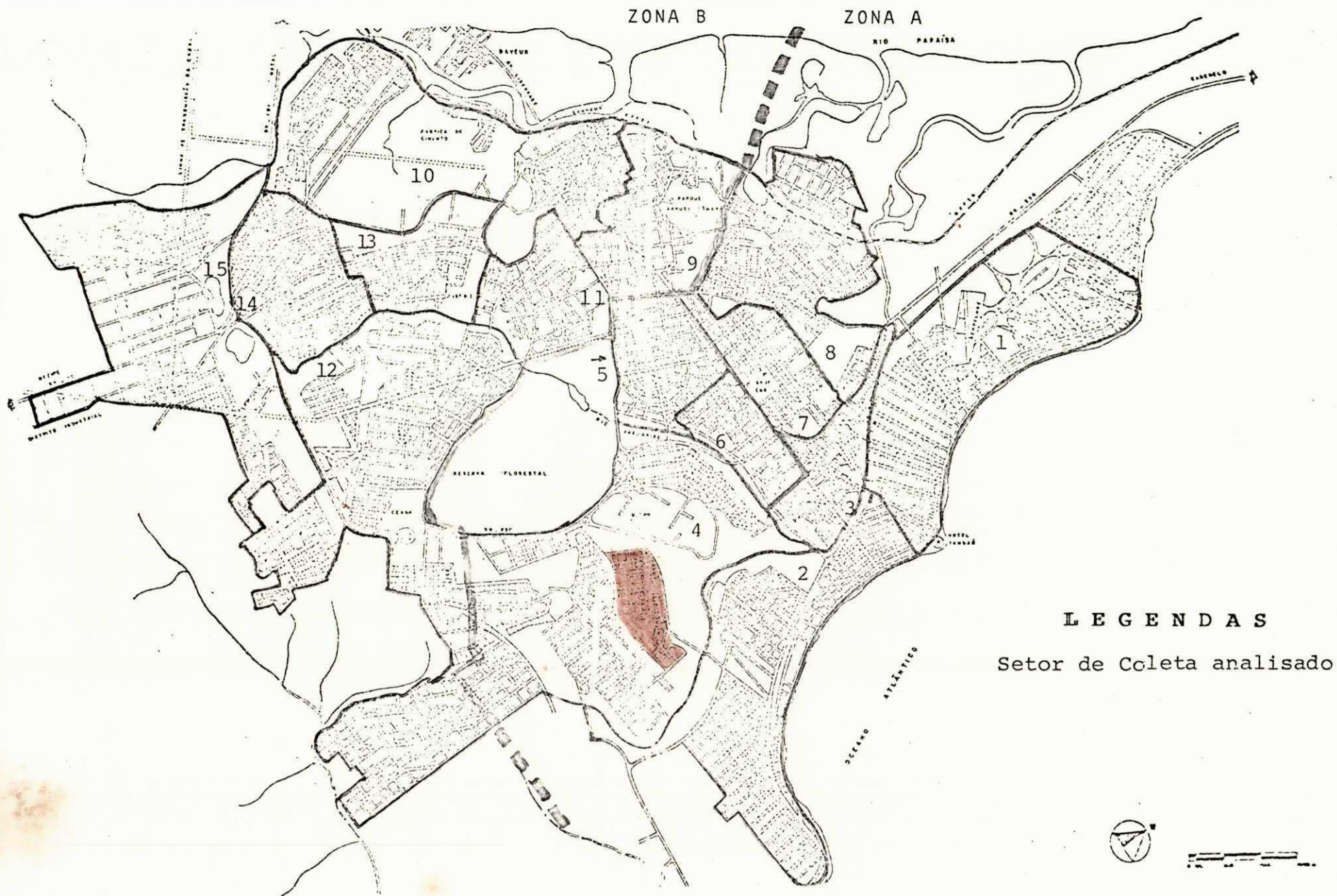


Fig. 10 - Trajeto analisado



Os custos desse serviço estão relacionados com os dos equipamentos, combustível, pessoal, etc.

## 7.2. COLETA DE LIXO

No conjunto residencial existe uma equipe de sete garis responsáveis pela manutenção do bairro, realizando serviços de varrição, capinação e pintura dos meios-fios. Os resíduos desta limpeza são lançados em terrenos vazios existentes na periferia do conjunto, por garis, através de carrinho de mão.

A existência de árvores no conjunto é escassa, o que é uma vantagem no que diz respeito a limpeza urbana, uma vez que diminui substancialmente o volume a coletar.

O acondicionamento dos resíduos sólidos utilizado pela comunidade é heterogêneo (sacos plásticos, recipientes de pneus, baldes, latas, etc.).

Os dados previstos na Tabela 4.3 comprovam que a cidade conta em média com 4,6 habitantes por residência, bem como a média per capita de resíduo por habitante é de 1,2 kg, com a coleta efetuada em dias alternados, incluindo o lixo domiciliar, logradouro e acumulado. No conjunto em estudo existem 1534 residências, correspondendo a 7.056 habitantes. As coletas de lixo de logradouro e acumulado não são executadas no referido conjunto. A Tabela 02, mostra que foram coletados em 11 meses no município, 37.574,20 toneladas de lixo domiciliar com coleta alternada. A previsão populacional da cidade de João Pessoa no mesmo

ano foi de 353.941 habitantes. Portanto, a per capita do lixo domiciliar é de 0,72 Kg por coleta alternada. O veículo utilizado na coleta de lixo do conjunto dos Bancários é do tipo Gar-wood com capacidade de seis toneladas, suficiente para realizar a coleta do conjunto.

A coleta de lixo domiciliar às vezes não chega a terminar todo roteiro, tendo em vista a falta de uma fiscalização pelo DELUR, que permite que os garis coloquem outros resíduos que não seja residencial (capinação de jardins, polda de árvores, folhas de coqueiro, etc) no veículo coletor. Os resíduos citados fazem parte da coleta especial que não é executada pelo órgão municipal (DELUR). (Ver pág. 7 ).

### 7.3. TRAJETO

Os trajetos da coleta de lixo representados pelas figuras 7, 8 e 9, apresentaram os resultados que estão discriminados na Tabela 7.1.

A coleta vem sendo realizada a partir das 13,30 horas e termina às 17,50 horas. O setor 04 não tem sinalização.

O trajeto elaborado pelo DELUR (Fig. 7) que, posteriormente, foi analisado por intermédio de um programa de otimização (Fig. 8), ganhou em número, mas depois de sofrer um estudo detalhado, os dados obtidos pelo programa são mais confiáveis. Isto se deve ao fato de que as ruas do bairro

são todas percorridas pelo veículo da coleta de lixo, enquanto no trajeto do DELUR existem falhas. Vários nós foram testados, a fim de se obter um trajeto mais econômico. Entretanto o que melhor se adaptou ao programa foi aquele em que a coleta inicial se constitui no 29 e que resultou na Fig. 9. O veículo percorre todas as ruas e termina a coleta no último nó (nó 01) que dá acesso ao destino final do lixo. A distância do término das coletas (figuras 7 e 8) do nó 93 ao nó 01 é de 1,0 Km, percorrida, novamente, pelo veículo da coleta completamente carregado.

Com a minimização identificada pela Fig. 9, com relação ao trajeto do município (Tabela 7.1), é possível afirmar que o veículo trafega 14,36 Km, a mais por mês considerando 13 dias úteis. Em um ano são rodados 172,38 Km para apenas um conjunto dos quatro contidos no referido setor. Em maio de 1982, o custo por quilômetro rodado foi de 0,0484 ORTN (Tabela 16) que na época era de Cr\$ 1.775,71.

Os itinerários de coleta de lixo da cidade em estudo, os custos operacionais não foram pesquisados por técnicos. Na realidade, no decorrer dos anos, o ser humano adquire uma experiência naquilo em que está habituado a fazer.

Na verdade todo modelo matemático está apoiado em certo número de hipóteses de base. Quando estas hipóteses não são confirmadas pela realidade, os resultados obtidos pelo modelo podem não se configurar como ótimos na prática.

Por exemplo, se o modelo prevê em seu itinerário a



TABELA 7.1

ANÁLISE REALIZADA EM UM DOS TRAJETOS DO SETOR 04 DA COLETA DE LIXO NO CONJUNTO RESIDENCIAL  
DOS BANCÁRIOS EM JOÃO PESSOA.

DISCRIMINAÇÃO	(Fig. 7) Km	(Fig. 8) Km	(Fig. 9) Km
Distância da garagem ao início da coleta, n.º 14	8,5	8,5	-
Distância da garagem ao início da coleta, n.º 29	-	-	8,9
Percurso com coleta	17,60	18,505	18,109
Percurso sem coleta	3,20	2,602	2,586
Distância do fim da coleta (n.º 93 e 01) ao n.º 01	1,00	1,00	0,0
Percurso total da coleta ao n.º 01.	21,80	22,107	20,695
Quilometragem média mensal da coleta (13 dias úteis)	283,40	287,391	269,035



passagem por todos os trechos de rua com coletas em todas as unidades domiciliares, isto conduz a um ou mais determinado(s) trajeto(s) otimizado(s).

Acontece que a experiência pode conduzir os funcionários do DELUR a modificar este itinerário num determinado dia, porque ao chegarem em um no podem constatar visualmente que naquela quadra não há coleta a realizar naquele dia, dispensando, assim, o trajeto do caminhão por esse trecho. Na verdade, como o comportamento das variáveis que compõem o sistema se altera consideravelmente todos os dias, é praticamente impossível que um modelo matemático venha a reproduzir fielmente a dinâmica do problema físico. Portanto, pode até acontecer que alguns dos trajetos esporádicos idealizados por funcionários do DELUR correspondam a custos menores que os obtidos pelo modelo matemático. Mas, quando se planeja um itinerário de coleta de lixo para um setor a ser criado, é recomendável que se faça o trajeto a partir de métodos programáveis. Com o sistema já implantado se inicia uma nova pesquisa, a fim de analisar a eficiência.

#### 7.4. SUGESTÕES

Procurar sempre idealizar um trajeto que tenha mais resíduos, porque mesmo havendo uma falha do sistema (veículo se quebrando, ou chegando no setor em horário avançado, etc.), haja condições de percorrer o trajeto que produza mais lixo.

Esse trabalho não pode ser elaborado de uma só vez, devendo ser aprimorado por aproximações sucessivas, com o tempo e com experiência.

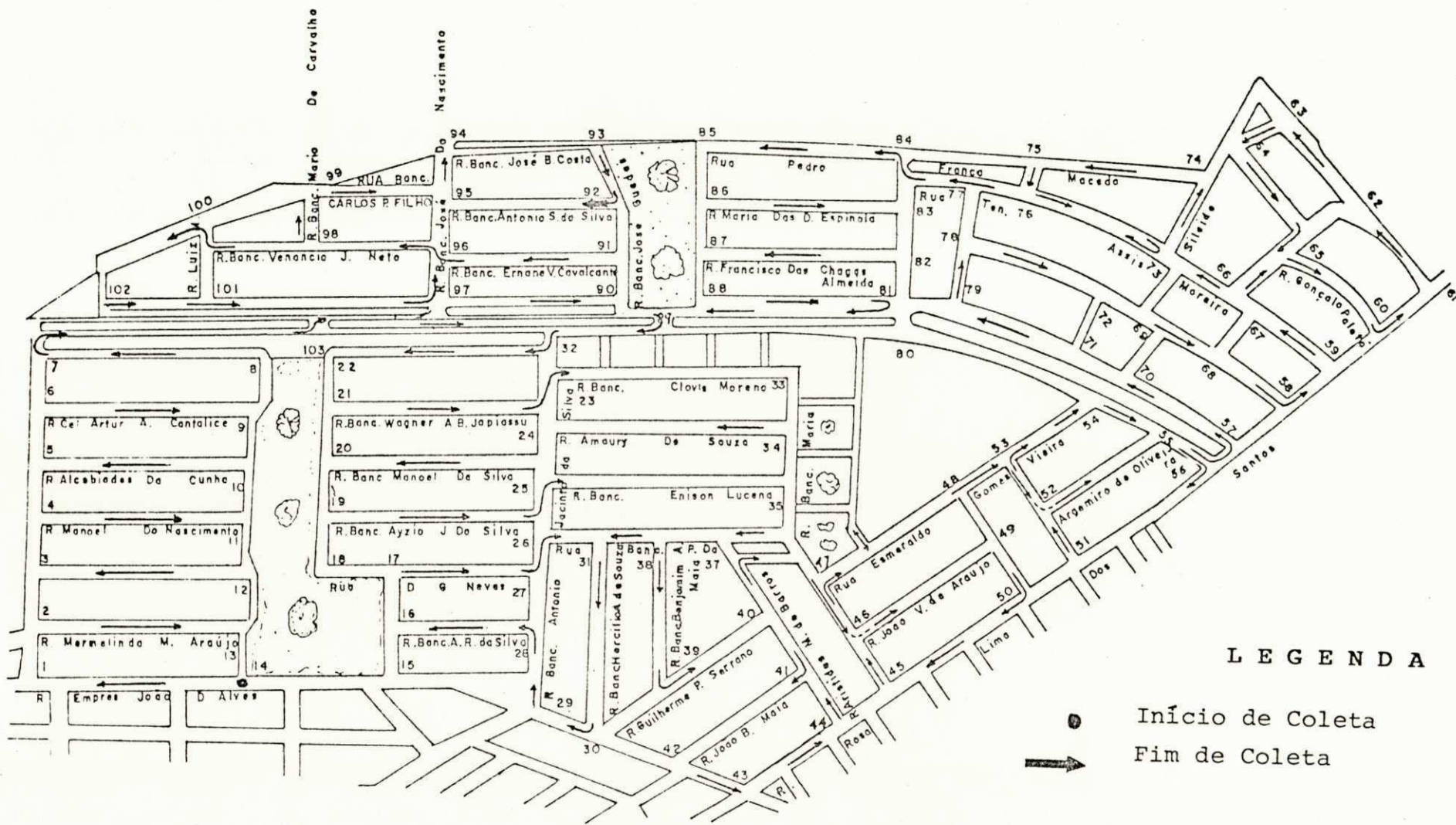


Fig. 7 - Trajeto de coleta de lixo realizado pelo município atualmente



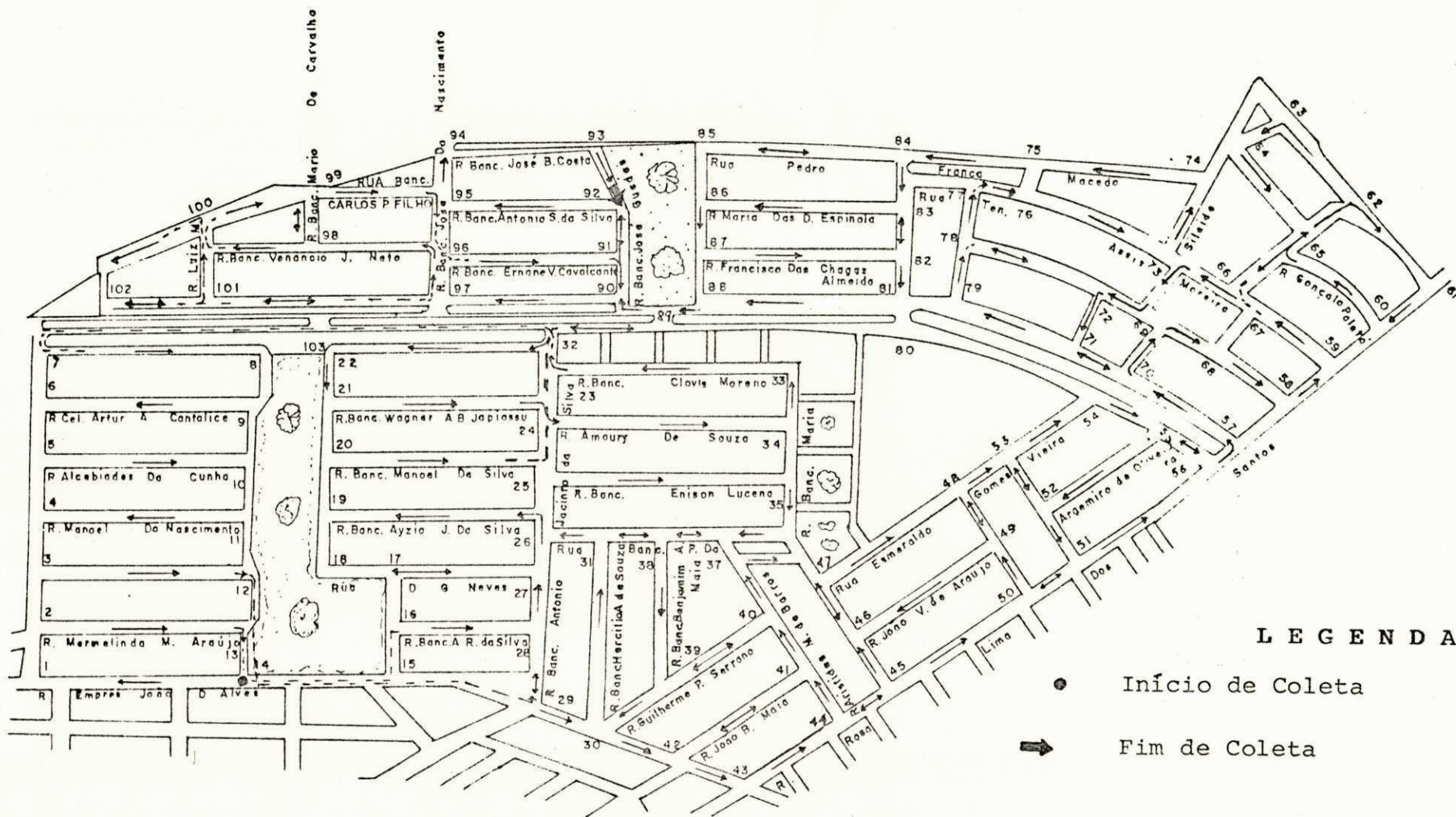


Fig. 8 - Trajeto de coleta de lixo do município analisado pelo programa de otimização.



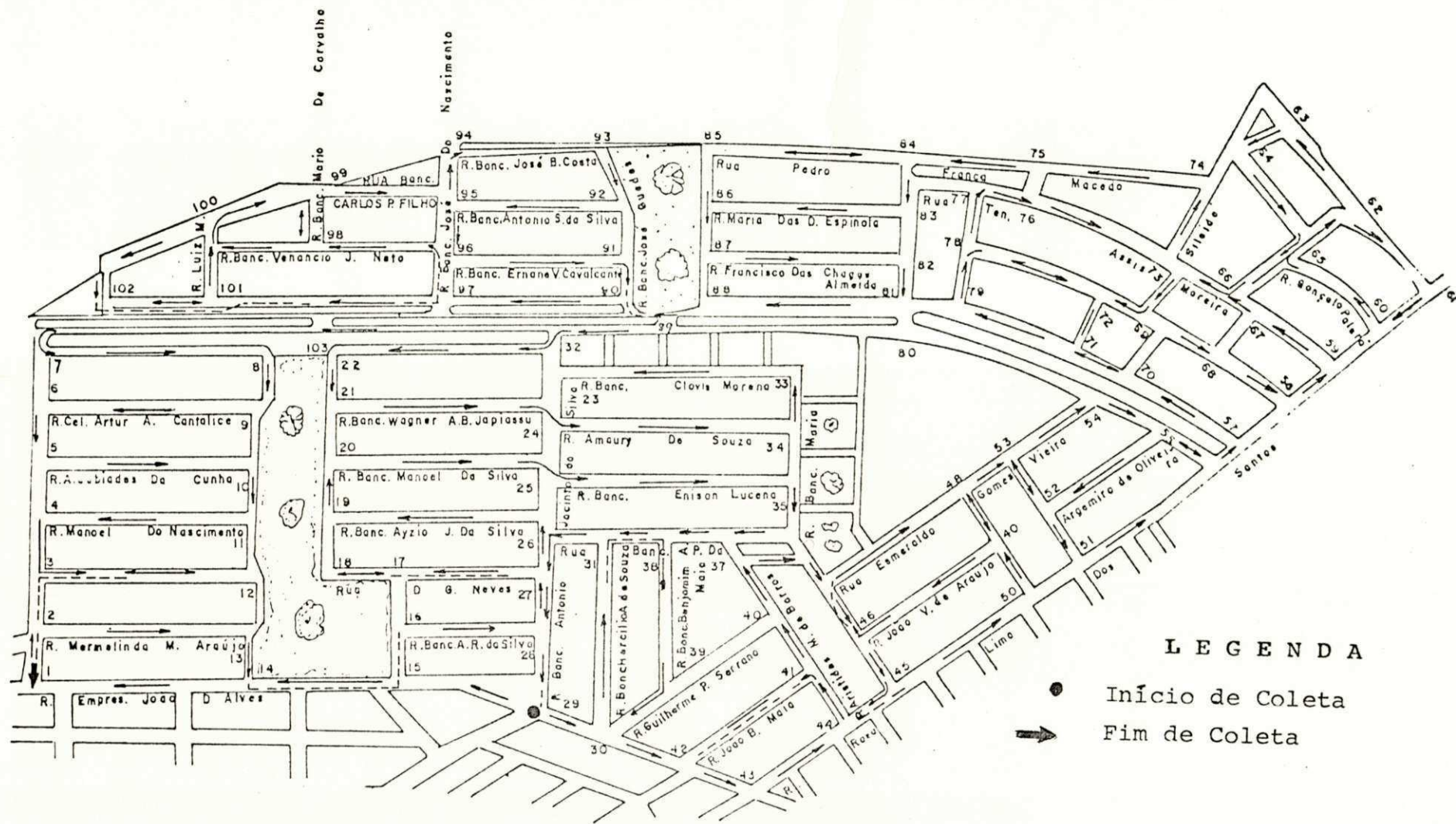


Fig. 9 - Trajeto de coleta de lixo otimizado.

## 8. DESTINO FINAL DO LIXO PROPOSTO PARA JOÃO PESSOA

### 8.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Considerando que a composição do lixo coletado na cidade de João Pessoa, contém 51% de matéria orgânica (Ver Tabela 3.2), o método aconselhável seria o da compostagem. Porém o município não dispõe de condições para sua manutenção. Mesmo que houvesse disponibilidade de recursos, far-se-ia, para implantação da medida, uma pesquisa, visando o aproveitamento do adubo, e respectiva aceitação para ser comercializado.

Daí surgir o método do aterro sanitário, ideal para uma implantação nesta Capital.

### 8.2. MÉTODO DO ATERRO SANITÁRIO

O método do aterro sanitário tem como finalidade confinar os resíduos sólidos reduzindo o volume através da compactação. Esta compactação permite realizar ótimas condições para uma fermentação aeróbia rápida, impedindo a proliferação de insetos e de roedores.

O aterro sanitário é o processo de destino final do lixo mais difundido no país. Com esse método é possível a re



cuperação de áreas inaproveitadas, tais como áreas alagadas, com depressões, etc, onde poderão ser implantados bosques, áreas de lazer, construções de pequeno porte, gás, etc.

Na cidade do Rio de Janeiro o gás do aterro do cajú já é aproveitado como um gás de cozinha.

O gás é produzido no aterro quando a aeração se torna insuficiente. O lixo do aterro sofre deterioração por agentes físicos, químicos e biológicos. As alterações físicas e químicas existentes no aterro provocam mudanças biológicas e reações químicas entre os diversos tipos de resíduos nele contidos. Além dos gases, os resíduos líquidos gerados nos aterros podem apresentar características básicas, ácidas, alcalis, solúveis, tóxicas, etc. É ínfima a incidência de incêndio nos aterros sanitários, enquanto que aqueles não controlados a incidência se torna maior.

O comportamento do oxigênio disponível, pH, temperatura, teor de umidade nos aterros vai depender dos materiais contidos nos resíduos sólidos. Em função destes elementos, o processo de decomposição sofre um efeito rápido com o aumento de temperatura. É nessa fase que se inicia a metabolização aeróbica que produz dióxido de carbono, nitritos, nitratos e água. A partir da redução de oxigênio, os organismos anaeróbicos e facultativos dão continuidade à decomposição que passa a ser lentamente, dando origem a carboidratos, metano, amoníaco, nitrogênio, hidrogênio, sulfato de ferro e magnésio. Em aterros sanitários implantados em regiões úmidas, a decomposição da matéria orgânica é mais rápida que naqueles construídos em regiões secas.

### 8.3. IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

Para implantar um aterro sanitário deve-se tomar precauções essenciais, a saber:

#### a) Localização e área destinada ao aterro

A primeira providência a ser tomada é realizar um levantamento de toda a área, fora da zona urbana e escolher os locais alternativos para o aterro. Depois se faz uma análise de custos de cada local escolhido. Em seguida, será feita uma pesquisa preliminar acerca do solo. Após estas providências, escolhe-se a área ideal. O dono da área escolhida deverá ser cientificado que o local é apropriado. Caso o proprietário não se disponha a vender o terreno e não haja desapropriação por parte do governo, a busca de outra área ideal deverá continuar. Encontrado o terreno apropriado, além de se fazer estudos geológicos e hidrogeológicos, deve-se também transcrever um diagnóstico sobre o impacto ambiental. O relatório deverá conter uma descrição sobre os tipos de projeto e processo de tratamento dos resíduos sólidos para o local escolhido. Este relatório deverá posteriormente ser distribuído com o público. Devem também ser realizados encontros com a comunidade, a fim de receber críticas e sugestões, visando, depois, a elaboração do relatório final. Estas tarefas deverão ficar a cargo de um consultor, e depois levado ao conhecimento do público, a fim de aprovar o local definido. O projeto deverá ser elaborado por uma equipe técnica eficiente, envolvendo estudos geotécnico, social, sanitário, administrativo e econômico.



Nos últimos anos, o governo, de modo geral, vem contratando consultores no sentido de diagnosticar e defender alternativas tomadas pelas empresas. O governo passa a ser o conselheiro e o consultor, ficando em posição delicada, principalmente quando existem opiniões contrárias às do público.

**b) Acesso**

É de uma importância fundamental levar em conta a distância dos pontos de coletas ao aterro; as vias de acessos em ótimas condições de tráfego em qualquer época do ano e a existência de material para cobertura.

**c) Controle gravimétrico do lixo**

O levantamento deste dado deverá ser constante, a fim de evitar que outros tipos de resíduos venham a ser depositados no aterro para o qual foi dimensionado.

**d) Área cercada**

O terreno conterà uma cerca resistente de arame farpado ao seu redor, com dois metros de altura no mínimo. O objetivo desta medida é impedir acesso de catadores e evitar que o vento arraste papéis, plásticos, etc. Na entrada do aterro, também será levantada uma guarita para pesar os resíduos e controlar os veículos. Uma boa iluminação é importante no aterro.

**e) Método das camadas de lixo e solo**

Os resíduos são depositados em camadas sucessivas que

variam de dois a três metros de altura. O trator desloca-se três a quatro vezes em cada faixa a fim de evitar os vazios, os quais são favoráveis ao risco de incêndio. O lixo não deverá passar mais de 48 horas ao ar livre, devendo ser coberto por uma camada de solo, variando de 10 a 30 cm e, no final, com camada mínima de 50 a 60 cm. O projetista deverá se preocupar com a proteção do meio, para isso é necessário que o local definido para o aterro seja criteriosamente pesquisado quanto a possibilidade de vir ou não poluir os mananciais superficiais e subterrâneos. Caso o manancial contenha água de boa qualidade é aconselhável que se realize uma impermeabilização com uma camada de solo o leito do aterro; se construa um sistema de drenagem superficial e subsuperficial e um poço de recolhimento do líquido infiltrado (percolado). O percolado deverá ser tratado para em seguida ser lançado ao meio ambiente.

#### f) Equipamentos

Os equipamentos de maior utilização no aterro são o trator de esteira, pã mecânica, caminhão basculante, balança rodoviária e rolos compactadores, se necessários. Às vezes, o próprio trator faz a compactação.

Em projetos de estradas de rodagem é muito fácil realizar cálculo de dimensionamento de equipamentos, mas quando se refere a resíduos sólidos, os cálculos diversificam, inclusive não existe bibliografia especializada para a referida tarefa. A COMLURB (Companhia de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro) fez uma pesquisa em aterro sanitário com trator

D-4 e obteve uma média anual de 218,61 m<sup>3</sup>/hora produtiva, (50 ton/horas, aproximadamente). Essa produção superou os índices estabelecidos nos manuais de produção (110m<sup>3</sup>/hora).

#### g) Recalque

O recalque dos aterros sanitários está em função da composição do lixo e de seu grau de compactação. Deve-se pesquisar também a altura da camada de resíduos a compactar. É evidente que se a camada for pequena, a redução com relação ao tempo será menor. Esses estudos deverão ser realizados quando se pretende aproveitar áreas inúteis, principalmente dentro da zona urbana, que servirão para diversas finalidades, já anteriormente citadas.

#### h) Custos

A estimativa para o custo de implantação do aterro sanitário, além da operação e monitoramento, tem que levar em consideração os custos dos principais elementos: preparação da área; sistema de drenagem superficial, sub-superficial e impermeabilização superior. No Nordeste o custo operacional do aterro, sem dúvida, é o mais elevado. Em segundo plano vem a desapropriação do terreno. Há locais no país em que a área está em primeiro plano.

### 8.4. VANTAGENS

A utilização de aterros sanitários apresenta inúmeras vantagens, tais como: a) elimina os vazadouros; b) elimina



focos de artrópodes, roedores, etc.

Dos métodos é o que contém menor custo de investimento e operação. Os equipamentos utilizados servirão para outros serviços. O aterro pode ficar situado na proximidade do centro de coleta. O método é aplicável para grandes e pequenas cidades. Aproveita áreas ociosas e as valoriza. Não exige pessoal especializado.

### 8.5. DESVANTAGENS

A chuva é causadora de problema na operação de aterros, que exigem uma manutenção contínua. Os aterros sempre estão implantados em grandes áreas e distanciados dos centros, aumentando desta forma os custos operacionais dos equipamentos.

### 8.6. MÉTODO DE ATERROS SANITÁRIOS

A Literatura indica três métodos básicos de aterros, os quais estão em funções da topografia e das condições hidrogeológicas da região.<sup>8</sup>

#### 8.6.1. MÉTODO DE RAMPA

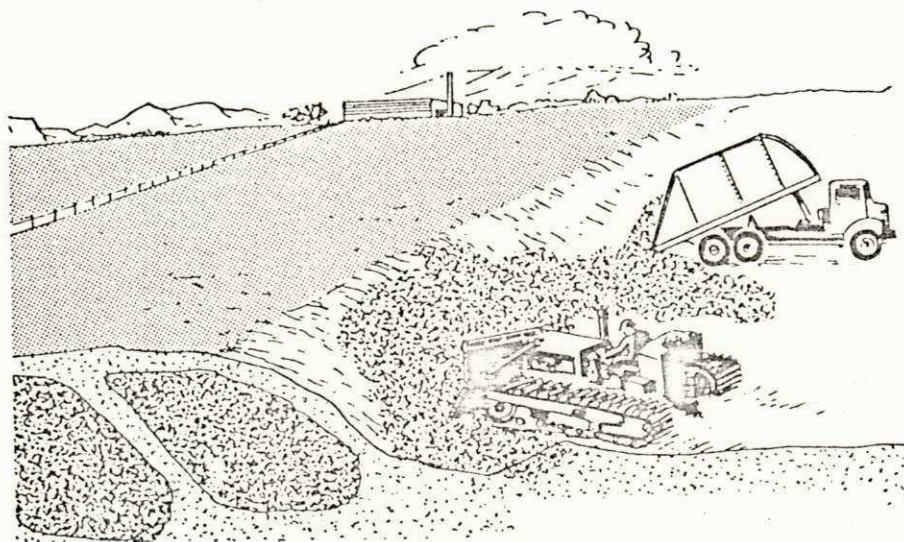
É um método contínuo aplicado em terreno plano e seco que dispõe de pequena declividade. O solo é escavado pelo

---

8. Pinto, M. S. A coleta e disposição do lixo no Brasil. Rio de Janeiro, Ed. F. G. V., 1977. p. 228.



trator do lado oposto à operação. (Ver Fig. 11)



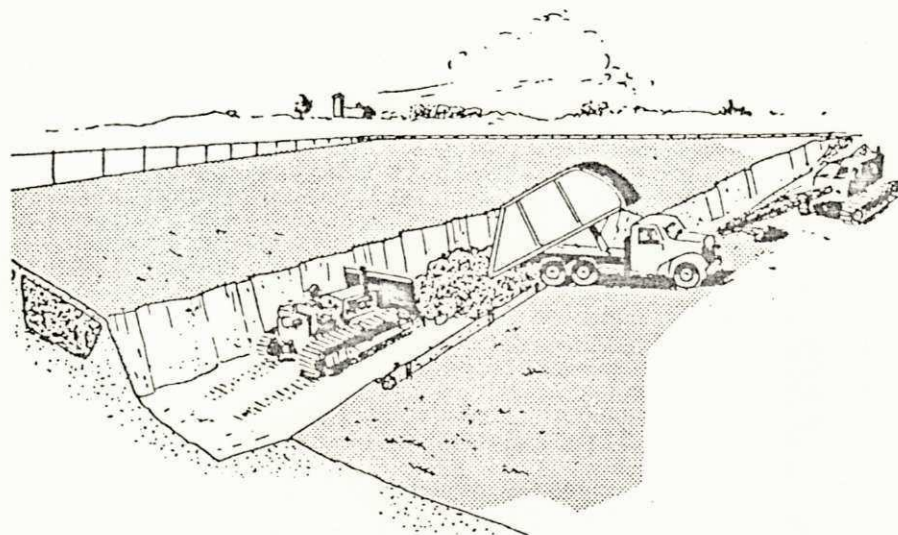
#### MÉTODO DE RAMPA

Fig. 11 - Os resíduos sólidos são compactados pelo trator, o qual forma um talude e a cobertura superficial para cada célula sanitária.

#### 8.6.2. MÉTODO DA TRINCHEIRA

É um método recomendado para áreas planas, contanto que o lençol freático não esteja próximo à superfície. A largura da vala será em função da quantidade dos resíduos diários. A profundidade mínima está na ordem de 3,5 metros. A distância entre as trincheiras deverá ser no máximo um (1,0) metro. Geralmente elas são escavadas paralelamente umas das outras, e tem como objetivo aproveitar o máximo do terreno.

O material escavado servirá para a cobertura e o restante para a manutenção das vias de acesso, ou mesmo comercializado. (Ver Fig. 12)



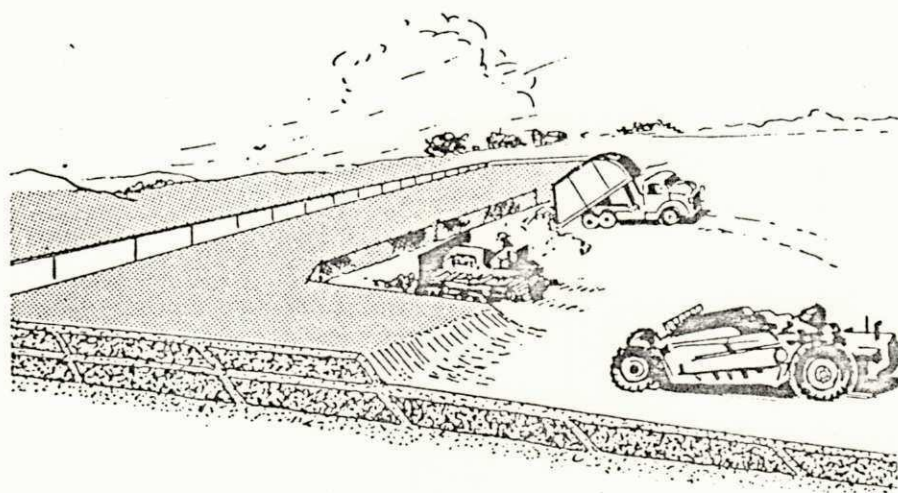
MÉTODO DA TRINCHEIRA

Fig. 12 - Os veículos coletadores descarregam os resíduos sólidos na trincheira na qual se mantém constantemente um trator para compactar o lixo e realizar a cobertura.

### 8.6.3. MÉTODO DE ÁREA

Este método é utilizado em regiões baixas, onde o lençol freático está próximo à superfície, e o material de cobertura do local não pode ser aproveitado. O referido método é aplicado em terreno alagado, mangues, etc. O método requer constantemente o rebaixamento do lençol freático, execução de canais receptores de percolado (chorume) que é um líquido de alto poder de contaminação, devendo em seguida passar por um tratamento antes de ser lançado no meio ambi

ente. A aplicação do método requer cuidados especiais, principalmente quando a área a ser aproveitada estiver próxima à zona urbana. Nela podem ser implantadas associações, campos de futebol, residências para população de baixa renda, quadras, etc. (Fig. 13)



#### MÉTODO DE ÁREA

Fig. 13 - O trator espalha e compacta as células. O lixo é coberto e compactado diariamente.



## 9. DISCUSSÃO

O padrão de limpeza urbana da cidade de João Pessoa é executado da mesma forma desde que se iniciou. Nada se fez no sentido de conscientizar a população, principalmente no que diz respeito ao acondicionamento do lixo, frequência e hora de coleta, etc. O destino final é a céu aberto e vem de longa data. Como providência, o único fator importante foi o asfaltamento e calçamento de várias ruas, o que contribui para minimizar o desgaste dos equipamentos.

A produção da varrição por gari (Ver Tabela 1) está abaixo das pesquisas realizadas no país (500 a 4000 metro linear de sarjeta, diários por gari). Muitas ruas ficam sem manutenção. Na cidade em estudo, os garis ao varrer as ruas lançam detritos dentro das galerias, acarretando encargos para a Secretaria de Transportes e Obras Públicas (SETOP).

A coleta de lixo decresceu em virtude dos equipamentos estarem completamente depreciados, tendendo melhorar com a chegada da nova frota. O município não conta com coletas especiais. Alguns resíduos, como de restaurantes, hospitais (plásticos, gases, papéis higiênicos, etc), são coletados como domiciliares, enquanto outros de maiores importâncias, pelo seu alto índice de contaminação, são lançados em poços tipo Amazonas, poluindo o lençol freático. Existe apenas um hospital que possui incinerador. O lixo do distrito indus



trial é coletado pela própria indústria e levado para terre no baldio em suas imediações.

O prejuízo para os cofres públicos, em decorrência da não aplicabilidade da lei 2.101 (Anexo II), são incalculáveis sem pensar no prejuízo à saúde da população, face a deterioração dos corpos de animais mortos jogados em terrenos baldios e muitas vezes abandonados no leito da rua. Não há receita referente à coleta especial. (Tabela 6.1)

De ante-mão, sabe-se que a Prefeitura não tem condições para dar cumprimento ao que determina a lei, já que o caso requer uma estrutura ou uma aprimoração do sistema atualmente empregado pelo órgão de limpeza urbana.

De acordo com os padrões atuais de limpeza, foi previsto o crescimento dos serviços para 1990 ao ano 2000, com base nos equipamentos, pessoal, número de residências, ruas atendidas pela coleta já existente.

O resumo de custos e receita previstas (Tabela 6.1), teve como finalidade em analisar o déficit no setor de limpeza urbana do município. A análise de custo de uma empresa privada mostra a possibilidade de chegar a uma conclusão, porque ela já dispõe de todos os meses da receita e dos custos. Entretanto, a análise de custo do setor público, não é fácil devido as dificuldades de informações.

A SETOP é responsável pela manutenção dos equipamentos de todo município. No controle da manutenção é feito apenas o corretivo. A Tabela 20, mostra os custos com equipamentos alugados, os quais são praticamente mais econômicos

que os do município, tendo em vista que o custo operacional e de pessoal fica por conta do proprietário do veículo, além do mais, a edilidade desconta o Imposto Sobre Serviço (ISS) (5% do valor de cada viagem).

As grandes empresas preferem alugar equipamentos do que comprar, evitando os investimentos, amortizações, depreciações, manutenções, pessoal e encargos sociais. Isto não quer dizer que o município não deva possuir equipamentos. Pelo contrário, o órgão de limpeza urbana deverá ter pelo menos 50% da frota sobre a sua responsabilidade, a fim de garantir que a contratante ao desistir do contrato de limpeza, o município tenha condições de manter, mesmo precariamente, a limpeza urbana até o problema ser solucionado.

Em nenhum município paraibano existe um tratamento sanitário dos resíduos sólidos. As cidades com mais de 50.000 habitantes estão infringindo a Portaria 053 do Ministério do Interior, de março de 1979, por não dar um tratamento final dos seus resíduos sólidos.

Para o tratamento do lixo do município de João Pessoa, chegou-se à conclusão que dos métodos apresentados, apenas dois sofreram análise mais objetivas, ou seja, (i) o da compostagem e (ii) o do aterro sanitário. A composição do lixo de João Pessoa mostra claramente que o método ideal seria o da compostagem por apresentar 51% de matéria orgânica contida no lixo (Ver pág. 41). É um método que nas condições atuais torna-se impróprio, porque requer um estudo mais detalhado em termo de tipo de adubo, quantidade, pesquisa de mercado, etc.



Portanto, resta apenas afirmar que em face da inflação, da redução do ICM e das estiagens, nos municípios, nenhuma cidade do Nordeste tem condições de implantar uma usina de compostagem. Na realidade, embora seja um método prático e higiênico, ele só é aplicável às grandes cidades dado ao seu elevado custo de implantação.

Já o aterro sanitário, entre os métodos apresentados, é o mais economicamente viável para os municípios de porte médio. Dependendo do espaço territorial urbano, a cidade pode conter mais de um aterro. Esta medida vai proporcionar custos operacionais reduzidos.

Na zona sul da cidade contém áreas planas e depressões onde podem ser implantados aterros sanitários, bastando realizar um estudo geológico e hidrogeológico adequado.

Ao norte da cidade em estudo existem grandes manguezais, onde atualmente o lixo é vazado. A opinião dos ecologistas é que nada deve afetar mangues, pois é lá que se inicia a cadeia alimentar marinha.

Com a construção de aterro sanitário vai ser gerado problema social que diz respeito aos catadores de lixo, existentes no vazadouro. O município terá que contratar pessoal para reciclar os resíduos sólidos. Portanto, uma parte desse pessoal que sobrevive do lixo, poderá ser reaproveitado no setor de reciclagem, e outra na varrição.

O aproveitamento do gás em aterro sanitário é de grande significação, principalmente no Nordeste, onde requer um

estudo mais profundo.

A análise do trajeto da coleta de lixo foi compensatória por ter chegado a uma otimização (Fig. 6). O roteiro realizado percorre todas as ruas do conjunto, o que não acontece com o trajeto elaborado pelo município. Entretanto, se a finalidade a que se propõe é a de elaborar um itinerário de coleta de lixo para um setor a ser criado, recomenda-se que este seja feito a partir de método programável. Daí então, se inicia uma nova pesquisa, a fim de aumentar a eficiência, partindo do princípio de que a elaboração do trajeto deverá ser feita considerando inicialmente a área mais produtora de resíduos sólidos.

O Grupo de Pesquisa Operacional do Centro de Ciências e Tecnologia da UFPB elaborou um projeto chamado "Sistema de Coleta de Lixo (SICOL)", que visa encontrar uma rota na coleta de lixo mais curta e mais eficiente. Para que o programa seja eficaz, é necessário que a cidade esteja dividida em setores de coleta, que deverão ser dimensionados de acordo com a capacidade dos veículos de coleta disponíveis, para cada viagem. De princípio, se inicia a enumeração dos cruzamentos (nós) e depois mede-se as distâncias físicas entre eles.

O programa requer que a conservação das ruas seja levado em consideração, como sendo tipo de pavimento (ótimo, bom, regular, mal e péssimo). O sistema evita que as voltas dos veículos nas passagens sem coleta sejam realizados em ruas não pavimentadas. A condição de trânsito é semelhante ao estudo da conservação das ruas, só que o sistema evita



passagens sem coleta em ruas bem movimentadas. A condição ótima de uma rua significa uma rua com pouco trânsito e boa pavimentação.

O sentido do tráfego é também informado ao programa de otimização para cada trecho de rua (entre nós), se o trecho é de mão única ou dupla. Sabendo-se que o trecho é de mão única, as ruas são consideradas de pouco movimento e a coleta é realizada nos dois lados da via. A coleta em ruas de mão dupla se dá mais em ruas de intenso movimento, como é o caso das ruas largas onde a coleta é realizada em apenas um lado da rua de cada vez. Os trechos sem coleta não devem ser percorridos, mas deverão ser estabelecido e informados ao sistema. O sistema poderá utilizar os referidos trechos nas voltas, se forem minimizados.

O DELUR elaborou os roteiros da coleta de lixo procurando de maneira prática, e não científica, e sua otimização.

A criação de uma equipe especializada para realizar uma pesquisa nos setores de coleta da Capital, não é recomendada, tendo em vista de os itinerários estarem praticamente otimizados. O que está faltando ao Departamento de Limpeza Urbana é uma orientação técnica, no sentido do redimensionamento dos setores de coleta de lixo. Existe setor no município que chega a ter quatro trajetos de coleta de lixo e setor que é necessário o veículo realizar três viagens, em virtude de ser mau dimensionado.

## 10. CONCLUSÃO

O objetivo fundamental encontrado dentro da fidelidade ao estudo desenvolvido, é que as autoridades envolvidas na problemática do sistema de limpeza urbana, disponham de dados acessíveis que poderão avaliar a importância da pesquisa realizada no município. São: diagnóstico da limpeza urbana, previsão de crescimento de serviço, receita, custos e análise de trajeto da coleta de lixo.

Com a composição dos resíduos sólidos da cidade de João Pessoa (Ver pág. 41), pode-se afirmar que o tratamento ideal do lixo, seria o da compostagem. Para implantar uma usina de composto deve-se levar vários parâmetros (Ver pág. 85 e 86), inclusive os altos custos de manutenção e de mão-de-obra especializada. Além desses motivos, existe outro que é o principal: verba. A situação financeira do município não anda bem. Em virtude da realidade que passa a prefeitura, o método aplicável no momento é o do aterro sanitário. O Departamento de Limpeza Urbana (DELUR), dispõe dos equipamentos necessários para execução de aterros sanitários.

A Tabela 6.1. (Ver pág. 61) exemplifica o custo mensal e a receita do mês de maio de 1982, a qual serviu para analisar o déficit da limpeza urbana.

A conclusão deste trabalho é que o município necessita urgentemente de uma reestruturação nos serviços urbanos, que iria proporcionar um novo estudo, para carrear maiores recursos para limpeza urbana: cadastro imobiliários, maior racionalização dos serviços (varrição, coleta especial, etc.), eficiência da mão-de-obra e dos equipamentos e redução do custo operacional.

Para maior racionalização dos trabalhos, seria conveniente a transformação do DELUR em Empresa de Economia Mista, mesmo porque o órgão teria maior autonomia administrativa e passaria a manipular seus próprios recursos financeiros. Para tanto a Lei 2.101 (Anexo III) passaria por uma grande transformação no seu texto. O órgão iria contar com a legislação própria.

Com a alternativa para a melhoria dos serviços de limpeza urbana, o município poderá chegar a um déficit praticamente nulo. O déficit sempre existirá, mas não exagerado como é o caso atual.

Lamentavelmente, existe dificuldade de divulgação de dados técnicos por parte de órgão de limpeza pública, visto que a maioria destes órgãos procura ocultar informações importantes para esclarecimentos à comunidade, especialmente aqueles que têm interesse pelo estudo sobre resíduos sólidos.

Espera-se que o presente trabalho crie estímulo a outros pesquisadores.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Public Works Association. *Tratamiento de los residuos urbanos*. Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local, 1976. p. 586.
- Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux. *Técnicas de higiene urbana*. Madrid, Instituto de Administración Local. 1977. p. 701
- CODEPLAN. *I plano diretor de limpeza urbana*. Distrito Federal, Ed. Ariston, 1972. p. 386.
- DACACH, N. Gandur. *Sistemas Urbanos de Água*. Rio de Janeiro, Ed. Livros Técnicos, 1979. p. 490.
- Departamento Municipal de Limpeza Urbana. *Relatório*. Porto Alegre, 1979. p. 42.
- Fundação Instituto Brasileiro Geografia e Estatística (IBGE). *Método para preparar projeções de população*. Rio de Janeiro. 1978. p. 165.
- F, Antônio N. Magalhães e Luís, Álvaro Catanhede. *Limpeza Urbana*. Caderno FEEMA, Rio de Janeiro, 15 de outubro de 1979. Vol. II. p. 32.
- GARRIDO, J. L. *Basura Urbana*. Barcelona, Editores Técnicos Associados, S. A., 1975. p. 294.



- HEKIMIAN, Kenneth K. *Solid Waster Sistem*. Califórnia 1977. p. 1121.
- LEBOVITS, Tibério. *Manual do custo de transporte rodoviário*. Centro Internacional de Ensino Profissional. São Paulo. p. 95.
- MELLO, Mauro R. *Limpeza urbana*. Fundação "Casa Dr. Blumenau", 1979. p. 48.
- OLIVEIRA, Walter Engracia et alii. *Lixo e Limpeza Pública*. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1969. p. 471.
- ORTH, M. H. Andrade. *Reestruturação dos Serviços de Limpeza Pública*. CESTESB. São Paulo, agosto de 1978. p. 28.
- PINTO, M. S. *A coleta e disposição do lixo no Brasil*. Rio de Janeiro, Ed. F. G. V., 1977. p. 228.
- ROCHA, Aristides. *Aspectos epidemiológicos e poluidores, vetores sumeiros, percolados*. DAE, nº 128, março de 1982. p. 6.
- STELLIN, L. A. Ramos. *Ensaio de custos de operação de um aterro sanitário*. CESTESB. São Paulo, agosto de 1978. p. 28.
- VEGA SOTAVE S/A. *Compostagem, cientificamente acelerada, da matéria orgânica contida no lixo domiciliar*. Caderno Especial. São Paulo, 1980. p. 30.

ANEXO I

TABELA 01

## PRODUÇÃO DA VARRIÇÃO POR GARI

RUA	NÚMERO SERVIDORES	DISTÂNCIA (m)	HORAS	RENDIMENTO EM HORA POR GARI (m)
João Machado	07	2.900	05	83,00
Argemiro Figueiredo	10	2.905	16	18,20
Rui Carneiro	10	1.500	04	37,50
Cabo Branco	08	3.360	08	52,50
José Américo	08	2.800	12	29,16
João Maurício	08	1.700	08	26,56



## TABELA 02

## RESUMO DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDO DE JOÃO PESSOA DE 1982

MESES	ANO DE 1982			TOTALS
	DOMICILIAR	ACUMULADO	LOGRADOURO	
JANEIRO	3.477,40	8.622,40	1.374,70	13.474,50
FEVEREIRO	3.127,80	8.002,70	1.124,60	12.255,10
MARÇO	3.634,40	7.649,70	1.447,60	12.731,70
ABRIL	3.299,00	6.737,00	1.400,20	11.436,20
MAIO	3.502,70	6.573,20	1.311,60	11.387,50
JUNHO	3.471,60	5.820,90	1.357,60	10.650,10
JULHO	3.371,60	7.971,00	1.259,50	12.602,10
AGOSTO	3.515,30	6.953,70	1.301,20	11.770,20
SETEMBRO	3.484,50	8.284,60	1.248,80	13.017,90
OUTUBRO	3.412,60	7.832,50	1.363,20	12.628,30
NOVEMBRO	3.277,30	6.270,10	1.286,00	10.833,40
TOTAL	37.574,20	80.717,80	14.495,00	132.787,00

Fonte: Departamento de Limpeza Urbana de João Pessoa - Pz.

TABELA 03

DEMONSTRATIVO DOS SETORES DE LIMPEZA URBANA COM ÁREAS E RUAS ATENDIDAS E NÃO ATENDIDAS PELO SERVIÇO DE COLETA DE LIXO, NÚMEROS DE TERRENOS E PRÉDIOS E A PREVISÃO ORÇAMENTÁRIA DA TAXA DE LIMPEZA A SER ARRECADADAS EM 1982

SETORES DE LIMPEZA URBANA	ÁREAS POR SETOR			RUAS ATENDIDAS PELO SERVIÇO DE COLETA DE LIXO				RUAS NÃO ATENDIDAS	DISTÂNCIA DO PONTO INICIAL	DISTÂNCIA DO PONTO FINAL AO VAZADOURO	PREVISÃO PARA RECEITA-82
	ATENDIDAS	NÃO ATENDIDAS	TOTAL	PAVIM. COM ASPALTO	PAVIM. COM PARALEP.	SEM PAVIM.	TOTAL				
	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km	
01	1.8	6.7	8.5	14.7	6.2	51.1	72.0	101.9	3.5	8.7	3.881.155.32
02	1.0	5.4	6.4	17.6	11.9	22.9	52.4	92.3	2.8	7.2	2.078.668.00
03	4.6	0.4	5.0	3.0	5.2	15.4	23.6	12.2	1.7	3.4	1.638.264.00
04	2.0	5.2	7.2	8.0	34.6	21.8	64.4	85.2	3.8	6.4	369.050.00
05	2.1	-	2.1	7.8	14.4	23.5	45.7	1.5	1.1	4.1	2.041.785.00
06	1.5	-	1.5	4.7	11.4	9.8	25.9	2.2	1.2	5.8	1.380.831.00
07	2.0	-	2.0	5.5	18.0	14.5	38.0	1.6	0.3	5.3	1.403.381.00
08	2.8	1.4	4.2	-	11.4	22.7	34.1	41.3	0.3	4.3	2.352.772.00
09	2.7	1.0	3.7	13.7	17.1	6.3	37.1	4.7	1.3	2.2	2.581.736.00
10	2.4	1.6	4.7	10.0	17.9	23.0	50.9	37.0	2.8	3.0	5.296.322.00
11	2.1	-	2.1	5.5	22.1	6.9	34.5	2.6	6.0	5.0	1.484.746.00
12	3.2	3.7	6.9	3.6	9.6	8.3	96.2	78.0	5.4	5.2	2.084.559.00
13	2.3	0.1	2.4	4.8	14.5	14.0	33.3	14.8	4.5	4.2	879.511.00
14	1.8	0.6	2.4	3.6	6.0	48.0	57.6	38.4	7.9	5.1	1.765.916.00
15	1.1	5.6	6.7	-	3.6	39.4	43.4	77.0	10.0	8.8	568.462.00
TOTAL	33.4	31.7	65.1	102.5	203.9	402.3	708.7	590.7			29.807.158.00

Fonte: Departamento de Limpeza Urbana

TABELA 04

## DESTINO FINAL DO LIXO HOSPITALAR DE JOÃO PESSOA-Pb

HOSPITAL	DESTINO FINAL
Santa Isabel	Poço
Samaritano	Poço
Casa de Saúde Frei Martinho	Poço
Edson Ramalho	Poço
Pronto Socorro de Fratura	Cemitério
Pronto Socorro F. Municipal	Cemitério
Maternidade Cândida Vargas	Incinerador
Casa de S. São Vicente de Paula	Vazadouro

TABELA 05

## RESÍDUO INDUSTRIAL E DESTINO FINAL

INDÚSTRIA	TIPO DE RESÍDUO	DESTINO FINAL
Imensa	limalha de ferro	reaproveitado
Ibrave, Icon, Bra- vest e Toália	retalhos de poliester abaixo de 20cm, de forma irregular, papel, papelão e outros	à céu aberto e quei- mado
Incomel	pó de serra e resto de madei- ra	queimado na indús- tria à céu aberto
Icop, Iplac	copos de plástico com defei- tos e outros	à céu aberto
Intrafrut	bagaço de frutos	reaproveitado para o gado
Ciane	restos de sabão caído no chão e outros	à céu aberto
Adesene	papel, fita isolante	queimado na indús- tria à céu aberto
Vassoura do Nor- deste	pó de serra e outros	queimado na indús- tria à céu aberto
Proplast	plásticos	reaproveitados
Resinor	plásticos	reaproveitados
Carvoplast	plásticos	reaproveitados
Cinap	papel	reaproveitado
Espasa	madeira	queimado à céu aber- to
Pedroza	lata, etc.	reaproveitado
Amazona	borracha	reaproveitado
Ibrahim	sacos plásticos	reaproveitado
Polyutil S/A	bagaço	alimento para gado
Ober Nordeste	pó de estopa	reaproveitado



## TABELA 06

## RELATÓRIO DIÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
 PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA  
 SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

DATA
/ /198

SETOR	Nº DO CARRO	MANUTENÇÃO	CONSERTO	TEMPO	OBSERVAÇÕES
01	CCG-5	às	às		Compactador
		às	às		
		às	às		

MOTORISTA	GARIS	
	1	4
	2	5
	3	6

COLETA      DIURNA       DOMICILIAR       COMERCIAL   
                  NOTURNA       FEIRA DE MERCADO       LOGRADOURO   
    TERRENO BALDIO       HOSPITAL

	1a. VIAGEM		2a. VIAGEM		3a. VIAGEM	
	HORA	KM	HORA	KM	HORA	KM
Saída da garagem	8:0	043523	13:25	043577		
Início da coleta	8:10	043529	13:35	043583		
Fim da coleta	10:45	043543	17:05	043610		
Chegada ao vazadouro	11:00	043552	17:20	043617		
Saída do vazadouro	11:05	043552	17:25	043618		
Chegada a garagem			17:40	043624		
Velocidade da coleta	5,4Km/h		6,0Km/h			

## TABELA 06

## RELATÓRIO DIÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
 PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA  
 SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

DATA
/ /198

SETOR	Nº DO CARRO	MANUTENÇÃO	CONSERTO	TEMPO	OBSERVAÇÕES
10	CCG-5	às	às		Compactador
		às	às		
		às	às		

MOTORISTA	GARIS	
	1	4
	2	5
	3	6

COLETA      DIURNA       DOMICILIAR       COMERCIAL   
                  NOTURNA       FEIRA E MERCADO       LOGRADOURO   
    TERRENO BALDIO       HOSPITAL

	1a. VIAGEM		2a. VIAGEM		3a. VIAGEM	
	HORA	KM	HORA	KM	HORA	KM
Saída da garagem	17:05	043249	21:05	043269		
Início da coleta	17:20	043253	21:05	043269		
Fim da coleta	20:30	043265	23:30	043283		
Chegada ao vazadouro	20:45	043267	23:40	043286		
Saída do vazadouro	20:55	043267	23:50	043286		
Chegada a garagem			24:05	043289		
Velocidade da coleta	3,8Km/h		5,8Km/h			

TABELA 06

## RELATÓRIO DIÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
 PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA  
 SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

DATA
/ /198

SETOR	Nº DO CARRO	MANUTENÇÃO	CONSERVIO	TEMPO	OBSERVAÇÕES
09	CCG-5	às	às		Compactador
		às	às		
		às	às		

MOTORISTA	GARIS	
	1	4
	2	5
	3	6

COLETA      DIURNA       DOMICILIAR       COMERCIAL   
                  NOTURNA       FEIRA E MERCADO       LOGRADOURO   
    TERRENO BALDIO       HOSPITAL

	1a. VIAGEM		2a. VIAGEM		3a. VIAGEM	
	HORA	KM	HORA	KM	HORA	KM
Saída da garagem	6:35	043003	9:15	043020	13:15	043064
Início da coleta	6:45	043005	9:20	043023	13:20	043067
Fim da coleta	8:55	043018	10:50	043045	16:10	043082
Chegada ao vazadouro	9:05	043020	11:00	043045	16:20	043086
Saída do vazadouro	9:15	043020	11:10	043045	16:25	043086
Chegada a garagem					16:45	043093
Velocidade da coleta	6,0Km/h		5,3Km/h		5,0Km/h	

TABELA 07

## DESPESAS ADMINISTRATIVAS DE MAIO DE 1982

1000

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO CR\$
Material de consumo	244,40
Material permanente	128,70
Remuneração de serviços	31,50
Telefone	13,90
Água	15,90
Luz	13,50
Outros	2.010,00
Total	2.414,45



## TABELA 08

## CUSTO DE PESSOAL DO DELUR EM MAIO DE 1982

SERVIDORES	DISCRIMINAÇÃO	1000
		VENCIMENTOS
29	Pessoal interno	920,40
124	Ajudantes de coleta	2.880,00
672	Garis	11.577,00
825	Sub-total	15.377,40
	Encargos sociais	2.797,26
	Total	18.174,66

Fonte: DELUR - Secretaria das Finanças e de Administração

TABELA 09

NÚMERO DE SERVIDORES, FALTAS, CUSTOS COM DEPENDENTES, DO  
DELUR EM MAIO DE 1982

Nº	SERVIDORES	FALTAS	DEPENDENTES	DESPESA MENSAL COM DEPENDENTES
29	Administração	-	37	25,60
33	Motoristas	-	95	66,00
124	Ajudantes	157	177	123,20
672	Garis	449	1483	1.032,20
858		606	1792	1.247,00

Encargos sociais da Prefeitura:

IAPAS .....	10,0%
FGTS .....	8,0%
Salário família .....	4,0%
Seguro .....	2,5%
13º salário .....	1,5%
Salário maternidade .....	0,3%
	<u>26,3%</u>

TABELA 10

Dados médios que servirão para os cálculos dos custos por quilômetro rodado e horas trabalhadas dos equipamentos da limpeza urbana.

DADOS	CCG 5 Compactador	TI-1 Trator	PU-10 Camioneta
Dias trabalhos	19,55	26	26
Consumo mensal	879,75	337	543
Consumo diário	45	13	20,88
Quilometragem mensal	2037	-	2598
Horas mensal	-	95,50	-
Quilometragem diária	93,66	-	98,80
Horas diária trabalhadas	-	3,67	-
Quilômetro rodado p/litro	2,08	-	4,847
Consumo p/hora trabalhada	-	3,54	-
Preço do combustível	75,00	75,00	125,00
Vida útil dos pneus(Km)	20.000	-	20.000
Vida útil dos pneus (horas)	-	1.500	-

TABELA 10.1

VALORES DAS OBRIGAÇÕES REAJUSTÁVEIS DO TESOIRO NACIONAL - ORTN

(continua)

VALORES CR\$ CORRENTES						
PERÍODO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
1978	<u>238,32</u>	243,35	248,99	<u>255,41</u>	262,87	270,88
1979	<u>326,82</u>	334,20	341,97	<u>350,51</u>	363,64	377,54
1980	<u>487,83</u>	508,33	527,14	<u>546,64</u>	566,86	586,13
1981	<u>738,50</u>	775,43	825,83	<u>877,86</u>	930,53	986,36
1982	<u>1.453,96</u>	1.526,66	1.602,99	<u>1.683,14</u>	1.775,71	1.873,37

OBS.: O VALOR DA UNIDADE PADRÃO DE CAPITAL - UPC É IGUAL AO VALOR DA OBRIGAÇÃO REAJUSTÁVEL DO TESOIRO NACIONAL - ORTN - NOS MESES DE JANEIRO, ABRIL, REFERINDO-SE, RESPECTIVAMENTE, AOS TRIMESTRES I E II.



TABELA 10.1

## VALORES DAS OBRIGAÇÕES REAJUSTÁVEIS DO TESOIRO NACIONAL - ORTN

(continuação)

VALORES CR\$ CORRENTES						
PERIODO	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1978	<u>279,04</u>	287,58	295,57	<u>303,29</u>	310,49	318,44
1979	<u>390,10</u>	400,71	412,24	<u>428,80</u>	448,47	468,71
1980	<u>604,89</u>	624,25	644,23	<u>663,56</u>	684,79	706,70
1981	<u>1.045,54</u>	1.108,27	1.172,55	<u>1.239,39</u>	1.310,04	1.382,09
1982	1.976,41	2.094,99	2.241,64	2.398,58	2.566,45	2.773,27

OBS.: O VALOR DA UNIDADE PADRÃO DE CAPITAL - UPC - É IGUAL AO VALOR DA OBRIGAÇÃO REAJUSTÁVEL DO TESOIRO NACIONAL - ORTN - NOS MESES DE JULHO E OUTUBRO, REFERINDO-SE, RESPECTIVAMENTE, AOS TRIMESTRES III E IV.

TABELA 10.2

CUSTO MÉDIO DE LUBRIFICANTE EM ORTN DOS VEÍCULOS DO  
DELUR EM 1982

MÊS	CCG-1	CCG-2	CCG-3	CCG-4
FEVEREIRO	0,969	2,329	1,342	1,893
MARÇO	0,461	1,348	0,864	1,661
ABRIL	2,245	0,175	0,263	0,615
MAIO	0,709	1,537	0,236	2,483
Média	1,096	1,347	0,676	1,663

TABELA 11

CUSTO MÉDIO DA MANUTENÇÃO EM ORTN DOS VEÍCULOS DO  
DELUR EM 1982

MÊS	CCG-1	CCG-2	CCG-3	CCG-4
FEVEREIRO	5,804	7,196	9,673	5,580
MARÇO	18,286	11,455	42,307	7,450
ABRIL	44,417	39,540	13,189	57,533
MAIO	55,977	29,343	25,060	14,274
Média	31,121	21,883	22,557	21,209

TABELA 12

CUSTO DE LUBRIFICAÇÃO EM ORTN DAS CAMIONETAS DO  
DELUR EM 1982

MÊS	PU-9	PU-10	PU-13
FEVEREIRO	0,115	0,344	0,458
MARÇO	0,187	1,200	0,187
ABRIL	1,352	0,312	0,519
MAIO	0,885	0,394	0,492
Média total	0,635	0,563	0,414



TABELA 13

CUSTO DE MANUTENÇÃO EM ORTN DAS CAMIONETAS DO  
DELUR EM 1982

MÊS	PU-9	PU-10	PU-13
FEVEREIRO	0,520	0,327	0,876
MARÇO	19,375	0,056	1,369
ABRIL	0,0	1,154	0,914
MAIO	10,409	1,143	12,274
Média total	7,576	0,670	3,858

TABELA 14

CUSTO DE LUBRIFICANTE EM ORTN DO TRATOR (TI) DO  
DELUR EM MAIO DE 1982

MÊS	TI-1	TI-5
FEVEREIRO	2,360	0,0
MARÇO	0,0	0,185
ABRIL	0,185	0,0
MAIO	0,0	0,0
Média	0,636	0,046

TABELA 15

CUSTO DE MANUTENÇÃO EM ORTN DOS TRATORES (TI) DO  
DELUR EM MAIO DE 1982

MÊS	TI-1	TI-5
FEVEREIRO	1,486	0,0
MARÇO	0,839	0,0
ABRIL	0,328	0,0
MAIO	7,228	0,716
Média	2,470	0,179

TABELA 16

CUSTO MÉDIO DO QUILOMETRO RODADO EM ORTN DOS VEÍCULOS DO DELUR

DISCRIMINAÇÃO	CCG-1	CCG-2	CCG-3	CCG-4
Manutenção	0,0153	0,0107	0,0111	0,0104
Lubrificante	0,000219	0,000269	0,000135	0,000332
Combustível	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203
Pneus	0,00920	0,00920	0,00920	0,00920
Motorista	0,00678	0,00678	0,00678	0,00678
Total	0,0518	0,0472	0,0475	0,0470
Média Geral	0,0484			

Fonte de coleta: Secretaria dos Transportes (SETOP) e DELUR



TABELA 17

CUSTO MÉDIO DO QUILOMETRO RODADO EM ORTN DAS CAMIONETAS DO DELUR  
EM MAIO DE 1982

DISCRIMINAÇÃO	PU-9	PU-10	PU-13
Depreciação	0,0025	0,0025	0,0025
Lubrificação	0,000127	0,0001126	0,0000828
Manutenção	0,0029	0,00025789	0,0014849
Combustível	0,0145	0,0145	0,0145
Pneus	0,001344	0,001344	0,001344
Motorista	0,00532	0,00532	0,00532
Total	0,0267	0,0240	0,0252317
Média Geral	0,0253		

Fonte de coleta: Secretaria dos Transportes (SETOP) e DELUR

TABELA 18

CUSTO MÉDIO POR HORA EM ORTN DOS TRATORES QUE  
FAZEM A COLETA DE LIXO

DISCRIMINAÇÃO	TI-1
Depreciação	0,0880
Manutenção	0,0258
Lubrificação	0,00424
Combustível	0,0119
Pneu	0,1069
Motorista	0,1447
Total	0,44684

Fonte: Secretaria de Transporte (SETOP)

TABELA 19

## CÁLCULO MÉDIO TOTAL DOS CUSTOS COM EQUIPAMENTOS DA LIMPEZA

NV DISCRIMINAÇÃO	CKmR	ORTN	Km DO MÊS	1000
				VALOR CR\$
19 caminhões	0,0484	1.775,71	2037	3.326,00
03 camionetas	0,0253	1.775,71	2598	350,00
02 tratores	0,4468	1.775,71	95,50	152,00
TOTAL				3.828,00

TABELA 20

CUSTO DE EQUIPAMENTOS ALUGADOS PELO DEPARTAMENTO DE LIMPEZA URBANA  
EM MAIO DE 1982

TIPO VEÍCULO	QUANT	VIAGEM Cr\$	HORA Cr\$	VIAGEM E HORA	DESPESA	ISS 3,5%	1000
							DESPESA A PAGAR
Caminhão	4	1,250,0	-	425	531,25	18,60	512,65
Caçamba	1	1,250,0	-	225	281,25	9,80	271,40
D-4D	1	-	3,500,0	312	1.092,00	38,20	1.053,80
	6				1.904,50	66,60	1.836,85

Fonte: SESUR



TABELA 21

CUSTO OPERACIONAL DA LIMPEZA URBANA EM MAIO DE 1982

		1000
Nº	DISCRIMINAÇÃO	Custos
24	Equipamentos do Delur	3.828,00
06	Equipamentos alugados	1.836,85
33	Motoristas	956,68
124	Garis (coletores de lixo)	3.514,28
672	Garis (varredores)	13.589,55
	TOTAL	23.725,36

FONTE: SETOP e DELUR

ANEXO II

## A. TAXA DE LIMPEZA URBANA

### A.1. TAXA DE LIMPEZA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE JOÃO PESSOA.

"A Lei nº 2.101, de 30 de dezembro de 1975, que altera o Código Tributário da cidade de João Pessoa, em seu artigo 55º, referente à taxa de limpeza pública do município, revela que essa taxa será cobrada pelos seguintes serviços:

- I - Coleta e remoção de lixo domiciliar;
- II - Varrição e capinação de vias e logradouros públicos;
- III - Limpeza de córregos, galerias pluviais, bueiros e bocas de lobo;
- IV - Colocação de recipientes coletores de papéis.

ART. 56º - A taxa será calculada por meio de percentagens incidentes sobre o valor padrão vigente no Município de acordo com a Tabela anexa.

ART. 57º - O valor da taxa sofrerá um acréscimo de 100% (cem por cento) quando os prédios estiverem no todo ou em parte, ocupados por hotéis, hospitais, pensões, hospedarias, colégios, cafês, oficinas, fábricas, que em

preguem máquinas a motor, restaurantes, garagens, sorveterias, clubes recreativos, postos de gasolina, clubes esportivos e sociais e outros estabelecimentos semelhantes aos aqui mencionados.

ART. 58º - Pelos serviços especiais:

- I - De remoção de lixo extraresidencial, entulho ou poda de árvores, será cobrada a taxa de 4% (quatro por cento), sobre o valor padrão por metro cúbico removido;
- II - De remoção de cadáveres, de animais, e taxa correspondente a 3% (três por cento) à 10% (dez por cento), do valor padrão, conforme seja respectivamente, animal de pequeno e médio porte.

§ 1º - Os serviços referidos neste artigo somente serão prestados por solicitação dos interessados, ressalvada a aplicação das penalidades cabíveis na hipótese da não solicitação implicar em violação de posturas municipais.

§ 2º - Ocorrendo a hipótese prevista na parte segunda do parágrafo anterior, os serviços serão prestados compulsoriamente, ficando o responsável obrigado a efetuar o pagamento da taxa devida".



A Unidade Fiscal de João Pessoa nos seguintes exercícios, tem os valores abaixo mencionados:

- 1979.....	Cr\$ 830,00
- 1980.....	Cr\$ 1.124,00
- 1981.....	Cr\$ 2.116,90
- 1982.....	Cr\$ 4.050,70
- 1983.....	Cr\$ 7.931,20

TAXA DE SERVIÇOS URBANOS REFERENTE A LIMPEZA PÚBLICA

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TAXA SOBRE O VALOR PADRÃO (%)
01	IMÓVEL CONSTRUÍDO:	
	Até 40 m <sup>2</sup> .....	1
	De 41 a 70 m <sup>2</sup> .....	2
	De 71 a 100 m <sup>2</sup> .....	4
	De 101 a 150 m <sup>2</sup> .....	8
	De 151 a 250 m <sup>2</sup> .....	15
	De 251 a 350 m <sup>2</sup> .....	30
	De 351 a 500 m <sup>2</sup> .....	60
	De 501 a 700 m <sup>2</sup> .....	100
	De 700 m <sup>2</sup> em diante.....	200
	Terreno, por metro linear de testada corrigida.....	2

A correção da testada (P) é dada pela fórmula:

$$\text{correção da testada} = 2P / (\text{Profundidade} + P).$$

P é dado em metros.

Profundidade é variável, geralmente é de 25 e 30 metros.

ANEXO III

## CURVA LOGÍSTICA

A equação logística é um método de previsão de população que se caracteriza a partir de três pontos. Exemplo:

### CENSO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA

ANO	HABITANTES
$t_0 = 1960$	$P_0 = 137.788$
$t_1 = 1970$	$P_1 = 213.495$
$t_2 = 1980$	$P_2 = 326.798$

O método é aplicado quando  $P_0 < P_1 < P_2$  e  $(P_1)^2 > P_0 \cdot P_2$

$$P_s = \frac{2P_0P_1P_2 - (P_1)^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0P_2 - (P_1)^2}$$

$$a = \frac{1}{0,4343} \log \frac{P_s - P_0}{P_0}$$

$$b = - \frac{1}{0,4343 \cdot t} \log \frac{P_0(P_s - P_1)}{P_1(P_s - P_0)}$$

$$P_n = \frac{P_s}{1 + e^{a - bt}}$$

$P_s$  = população de saturação;

$a$  e  $b$  = parâmetros da curva;

$t$  = intervalo de tempo;

$T$  = intervalo de tempo a partir de  $t_0$  ao ano previsto ( $t_a$ ),

onde  $T = t_a - 1960$ ;

$e$  = base dos logaritmos neperiano = 2,7182845

$P_n$  = população prevista para o ano  $t_a$ .



# FORMULÁRIO

Data

0	2						
1	2	3					8

SICOL - Sistema de Coleta de Lixo	L 01	05	02
-----------------------------------	------	----	----

SETOR	NO INICIAL	NO FINAL	NOME DA RUA	NÚMERO BAIXO	NÚMERO ALTO	DISTÂNCIA	Estado de rua	Condição de trânsito	Sentido	Tipo de coleta	Tipo de Manutenção	Percurso Anterior								
9	11	12	14	15	17	18	35	36	39	40	43	44	46	47	48	49	50	51	52	

- Col. 47 + 48
- 1 - Ótimo
- 2 - Bom
- 3 - Regular
- 4 - Mal
- 5 - Péssimo
- 9 - Intransitável
- Col. 49
- U - Único
- D - Duplo
- Col. 50
- 0 - não tem coleta
- 1 - coleta única
- 2 - coleta deve ser feita duas vezes
- Col. 51
- 2 - tirar um trecho
- 3 - criação
- 4 - atualização