

PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA O
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS DA CIDADE DE PATO BRANCO - PR

Ricardo Hernández Hernández



Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Hidráulica e Saneamento.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Valdir Schalch

São Carlos
1999

Class.	T356 - EESC
Cutt.	2734
Tombo	0104/99

311 0000 0889

S//S 1031142

PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE PATO BRANCO - PR / RICARDO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

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

H557p Hernández Hernández, Ricardo
Proposta de um sistema para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco - PR / Ricardo Hernández Hernández. -- São Carlos, 1999.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.
Área: Hidráulica e Saneamento.
Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch.

1. Resíduos sólidos urbanos. 2. Resíduos sólidos domiciliares. 3. Gerenciamento. 4. Caracterização física. 5. Coleta. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **RICARDO HERNANDEZ HERNANDEZ**

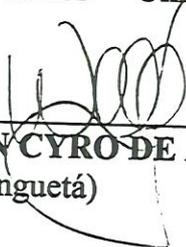
Dissertação defendida e aprovada em 15-1-1999
pela Comissão Julgadora:



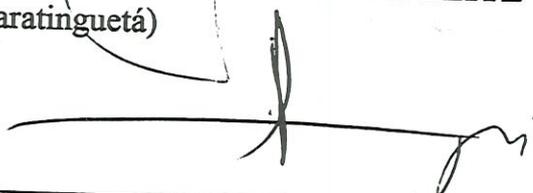
Prof. Doutor **VALDIR SCHALCH (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



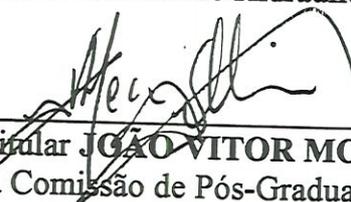
Prof. Doutor **EDSON MARTINS DE AGUIAR**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE**
(UNESP - Campus de Guaratinguetá)



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



Prof. Titular **JOÃO VITOR MOCCELLIN**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação em exercício

DADOS CURRICULARES

RICARDO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Nascimento: 12.05.60 - San Salvador - El Salvador

1980 - 1984: Curso de Graduação (Engenharia agrícola)

Universidade do Oeste do Paraná

1986 - 1988: Técnico do Programa de Irrigação e Drenagem no Estado

do Paraná - Companhia Agropecuária de Fomento

Econômico do Estado do Paraná - CAFE do Paraná

1988 - 1994: Agente de fiscalização ambiental - Instituto Ambiental do

Paraná - IAP.

1994 - 1995: Curso de Especialização (Metodologia do Ensino

Tecnológico) - Centro Federal de Educação Tecnológica

do Paraná - CEFET.

Atualmente: Professor auxiliar do Curso de Engenharia Agrônoma, do

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná em

Pato Branco.

*Bem-aventurado o homem que encontra sabedoria,
e o homem que adquire conhecimento,
pois ela é mais proveitosa do que a prata,
e dá mais lucro do que o ouro.
(Provérbios 3: 13 e 14)*

*O temor do Senhor é o princípio da sabedoria;
bom entendimento têm todos os
que obedecem aos seus preceitos.
(Salmo 111:10)*

*Ó Senhor, quão variadas são
as tuas obras!
Todas as coisas fizestes
com sabedoria: cheia está
a terra das tuas riquezas.
(Salmo 104:24)*

Minha gratidão:

Ao professor doutor Valdir Schalch, por abrir as portas para o mestrado, sua orientação, preocupação e acreditar na expansão da área de Resíduos sólidos na Região do Sudoeste do Paraná.

Ao amigo doutor João Bosco Ladislau de Andrade, pelo seu apoio, esclarecimentos tempestiva e intempestivamente.

Ao colega e engenheiro mecânico Adelino Carlos Maccarini, pela sua dedicação e colaboração nos trabalhos em conjunto na caracterização do resíduos.

Aos colegas André Luiz Oliva Campos e Neyson Martins Mendonça pela seu coleguismo e amizade durante o convívio deste mestrado, e aos demais colegas que permitiram que no período em que estudamos juntos o fosse num ambiente de amizade e de cooperação.

Ao senhor Saule Expedito Geron, responsável pelo serviço de coleta de lixo e varrição do Departamento de Limpeza Pública da cidade de Pato Branco, pela colaboração imediata em todos os momentos em que foi solicitado, e pelo seu exemplo na conscientização da população quanto ao correto tratamento dos resíduos sólidos domiciliares, aos funcionários do Departamento de Limpeza Pública da cidade de Pato Branco, pela colaboração e cooperação em todas as etapas na coleta de dados, e a Prefeitura de Pato Branco, através de seus departamentos de Planejamento, Urbanismo, Financeiro, garagem e Vigilância Sanitária, que sempre estiveram dispostos a dar o apoio que estava ao seu alcance, para facilitar as coletas de dados; a Escola Municipal Irmã Dulce, na pessoa da professora Neiva Pereira, a qual cedeu o veículo e motorista para possibilitar a coleta dos resíduos de serviços de saúde.

Ao Colégio Estadual de Pato Branco - Premem, pelo apoio dos seus alunos e professores que possibilitaram parte da coleta dos dados.

Ao Senhor Áureo Pedro Andreguette, gerente da empresa Armazéns Gerais Sudoeste Ltda., que com toda presteza e empenho cedeu a balança para pesar inúmeras vezes os resíduos coletados.

À Associação Comercial e Industrial de Pato Branco, em especial a Senhora Olidete Rotava e ao Senhor Nelvo Ody pelo seu interesse, apoio e envolvimento nos trabalhos de coleta.

Ao Cefet, pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

À Capes, pelo programa de incentivo na capacitação de docentes.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	viii
RESUMO	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 JUSTIFICATIVA	3
3 OBJETIVOS	4
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
4.1 Conceitos	5
4.1.1 Resíduo sólido	5
4.2 Classificação dos resíduos sólidos urbanos	9
4.2.1 Classificação segundo SCHALCH	9
4.2.2 Classificação segundo CONSONI	11
4.2.3 Classificação segundo a ABNT (NBR 10004 – Setembro/1987)	12
4.2.4 Classificação segundo TCHOBANOGLIOUS	14
4.3 Gerenciamento de resíduos sólidos	18
4.3.1 Conceitos	18
4.3.2 Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos	20
4.3.3 Sistema proposto por TCHOBANOGLIOUS	24
4.3.4 Sistema proposto por SALVATO	27
4.3.5 Sistema proposto por SCHALCH	34
4.3.6 Sistema proposto por JARDIM	38
4.4 Coleta	42
4.4.1 Metodologias de coleta	45
4.5 Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares	58
4.5.1 Importância da caracterização física dos resíduos sólidos urbanos	58

4.5.2	Métodos de caracterização de resíduos sólidos	60
4.5.3	Parâmetros praticados e recomendados por alguns autores brasileiros	69
4.5.4	Resultados de caracterizações realizadas em alguns países e localidades	70
4.5.5	Variações sazonais dos resíduos.....	73
4.6	Resíduos de serviço de saúde - rss	74
4.6.1	Terminologia	74
4.6.2	Conceitos.....	75
4.6.3	Classificação	76
4.6.4	Composição dos resíduos.....	82
5	MATERIAIS E MÉTODOS	85
5.1	Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares.....	85
	Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares do bairro "La Salle", na	
5.1.1	fonte de geração.....	86
5.1.2	Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares no aterro da cidade	89
5.1.3	Procedimento para coleta de amostras para análise de composição física.....	90
	Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Pato	
5.1.4	Branco.....	94
5.2	Caracterização física dos resíduos de serviços de saúde	95
5.3	Levantamento das operações de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.....	98
5.3.1	Coleta de informações	98
	Acompanhamento das atividades de coleta e levantamento das rotas, e de	
5.3.2	elementos para dimensionamento de um sistema de coleta	99
5.3.3	Levantamento dos custos diretos envolvidos no serviço de coleta.....	99
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
6.1	Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares.....	102
6.1.1	Características físicas dos resíduos sólidos domiciliares do bairro "La Salle", na	
	fonte geradora.....	102
6.1.2	Características físicas dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco	109
6.1.3	Levantamento das operações de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.	123
6.1.4	Características físicas dos resíduos sólidos urbanos, durante várias estações do	
	ano.....	124
6.2	Levantamento das características físicas dos resíduos de serviços de saúde.....	128
6.2.1	Resultados da primeira etapa: busca de apoio.....	128

6.2.2	Resultados da segunda etapa: levantamento e localização dos estabelecimentos geradores.....	129
6.2.3	Resultados das entrevistas aos proprietários e/ou responsáveis pelos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, da cidade de Pato Branco.....	132
6.2.4	Resultados da coleta, triagem e gravimetria dos componentes dos resíduos de serviços de saúde.....	142
6.2.5	Resultados das atividades de triagem e gravimetria dos resíduos de serviços de saúde dos estabelecimentos da cidade de Pato Branco.....	143
6.2.6	Análise dos resultados.....	150
6.2.7	Massa dos resíduos de serviços de saúde em função da fonte geradora.....	151
6.3	Levantamento das operações de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.....	151
6.3.1	Levantamento da estrutura de coleta.....	151
6.3.2	Periodicidade e bairros atendidos.....	152
6.3.3	Custos aplicados na coleta dos resíduos sólidos domiciliares.....	157
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	159
7.1	Conclusões.....	159
7.2	Recomendações.....	160
	ANEXOS.....	163
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	172
APÊNDICE 1	Panfleto para fins de cooperação dos moradores do bairro La Salle	
APÊNDICE 2	Tabela para registro dos dados da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares no bairro La Salle.	
APÊNDICE 3	Ofícios à Prefeitura de Pato Branco solicitando apoio na realização de caracterização dos resíduos sólidos domiciliares.	
APÊNDICE 4	Formulário para o levantamento da situação dos resíduos de serviço de saúde.	
APÊNDICE 5	Panfleto para divulgação do levantamento de resíduos de serviço de saúde	
APÊNDICE 6	Tabela para tabulação dos dados sobre resíduos de serviço de saúde.	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos urbanos a partir da fonte de geração	10
Figura 2 - Classificação segundo a biodegradabilidade	11
Figura 3 - Fluxos de materiais e de geração de resíduos sólidos em uma sociedade tecnológica.....	21
Figura 4 - População mundial X Tempo.....	22
Figura 5 - Destino do lixo coletado no Brasil.....	23
Figura 6 - Diagrama simplificado das inter-relações dos elementos funcionais de um Sistema de Gerenciamento de resíduos sólidos.	24
Figura 7 - Matriz de estudo do gerenciamento dos resíduos sólidos - Fonte e tipos de resíduos.	28
Figura 8 - Tipos de resíduos.....	29
Figura 9 - Formas de manejo.....	30
Figura 10 - Processamento (fora do local).	31
Figura 11 - Descarga no Ambiente.....	32
Figura 12 - Restrições, limitações.	33
Figura 13 - Sistema de gerenciamento resíduos sólidos domiciliares, proposto por SCHALCH.	36
Figura 14 - Sistema de gerenciamento de resíduos sólidos industriais	37
Figura 15 - Primeira fase – Diagnóstico de administração.....	39
Figura 16 - Segunda fase – Serviço de limpeza.....	40
Figura 17 - diagrama de decisões sobre a disposição do lixo no município.....	41
Figura 18 Esquema de sistema de coleta com transporte direto para a disposição final	43
Figura 19 - Esquema do sistema de coleta com transporte intermediário para estação de	43
Figura 20 - Método de caracterização nas ruas utilizando tambor.	62
Figura 21 - Microamostragem - obtenção da amostra representativa	63
Figura 22 - Procedimento para coleta de amostras para análise de composição química e parâmetros físico-químicos.	65

Figura 23 - Procedimento para coleta de amostras para análise da composição física	66
Figura 24 - Composição percentual média do lixo domiciliar em alguns países.....	71
Figura 25 - composição percentual média do lixo domiciliar em algumas cidades brasileiras	72
Figura 26 - Fluxograma proposto para o gerenciamento ambiental de resíduos de serviços de saúde.....	83
Figura 27 - Treinamento sobre a separação dos materiais e uso das balanças	88
Figura 28 - Coleta, triagem e gravimetria, diretamente dos domicílios	88
Figura 29 - Fluxograma do procedimento utilizado na caracterização dos resíduos sólidos domiciliares	89
Figura 30 - Descarga de resíduos sólidos domiciliares pelo caminhão coletor, na área escolhida para a caracterização.....	90
Figura 31 - Retirada de resíduos, em 5 pontos, para formação da pilha e extrair amostra representativa	91
Figura 32 - Foto mostrando a retirada das amostras e preencimento dos tambores.....	91
Figura 33 - Homogeneização da pilha.....	92
Figura 34 - Formação das quatro pilhas menores	92
Figura 35 - Triagem da amostra resultante do processo de quarteamento.....	93
Figura 36 - Triagem dos resíduos, por tipo de material	93
Figura 37 - Organograma parcial do setor onde está inserido o serviço de	99
Figura 38 - Atividades desenvolvidas para levantar as características físicas dos resíduos sólidos domiciliares, no período de Maio/97 a Fevereiro/98.	101
Figura 39 - Croqui mostrando as ruas que compõem o bairro "La Salle".....	103
Figura 40 - Materiais encontrados nos resíduos sólidos domiciliares, do Bairro "La Salle", no período de 15 a 17/07/96, por amostragem domicílio a domicílio.	104
Figura 41 - Gráfico sobre os tipos e porcentagens de materiais encontrados nos resíduos sólidos urbanos do bairro "La Salle".	108
Figura 42 - Variação diária dos resíduos sólidos urbanos coletados no período de 12 a 16 de Agosto de 1996	111
Figura 43 - Variação diária dos resíduos sólidos urbanos coletados no período de 04 a 07 de Fevereiro de 1997	113
Figura 44 - Variação diária das massas de resíduos sólidos urbanos coletados no período de 17 a 21 de Fevereiro de 1997.....	116
Figura 45 - Variação diária dos resíduos sólidos urbanos coletados no período de 17 a 22 de fevereiro de 1997.....	116

Figura 46 - Variação da massa dos resíduos coletados no período de 19 a 23/05/97	119
Figura 47 - Variação da massa dos resíduos coletados no período de 19 a 24/05/97.	119
Figura 48 - Quadro comparativo da massa diária dos resíduos coletados.....	121
Figura 49 gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas segundas-feiras	121
Figura 50 - gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas terças-feiras.....	121
Figura 51 - Gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas quartas-feiras.	122
Figura 52 - Gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas quintas-feiras.....	122
Figura 53 - Gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas sextas-feiras.	122
Figura 54 - Gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados aos sábados.	122
Figura 55 - Gráfico comparativo das massas médias dos resíduos coletados de segunda a sábado.....	123
Figura 56 - Organograma parcial do setor onde está inserido o serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos.....	125
Figura 57 - Componentes encontrados dos resíduos sólidos urbanos em 08/02/97.....	127
Figura 58- Atividades desenvolvidas para o levantamento das características dos resíduos de serviços de saúde no período de 16/04 a 10/05/97.	128
Figura 59 - Quantificação por tipo de estabelecimentos	134
Figura 60 - Gráfico representando os estabelecimentos por grupos que separam seus resíduos.....	134
Figura 61 - Gráfico das formas de acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde	137
Figura 62 - Gráfico mostrando a distribuição das formas de acondicionamento dos resíduos perfuro-cortantes	138
Figura 63 - Gráfico mostrando os grupos de acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde.....	139
Figura 64 - Gráfico mostrando grupos de estabelecimentos de acordo com a sinalização do local de disposição dos resíduos de serviços de saúde	140
Figura 65 - Porcentagem dos componentes dos resíduos de serviço de saúde da cidade de Pato Branco, no período de 22 a 26/04/97.....	150
Figura 66 - Fluxograma do Gerenciamento integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos da cidade de Pato Branco	162

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Instalações, atividades e locais típicos geradores de resíduos sólidos, associados com classificação das várias fontes	15
TABELA 2 - Critérios de classificação de lixo e respectivas classes	16
TABELA 3 - Tipos de critério de classificação de lixo.....	17
TABELA 4 Tipos e referências aos materiais constituintes do lixo.....	17
TABELA 5 - Quadro de gerenciamento – Etapas de implantação.....	38
TABELA 6 - Quadro comparativo dos custos despendidos na coleta e disposição dos resíduos sólidos urbanos nos E.E.U.U. na década compreendida entre os anos 1990 e 2000.....	44
TABELA 7- Critérios de classificação de lixo e respectivas classes	61
TABELA 8 - Planilha para determinação da composição física do lixo municipal urbano....	67
TABELA 9 - Valores estatísticos da composição do lixo do município de Belo Horizonte, amostragem de outubro de 1991-percentagens em relação ao peso total	71
TABELA 10 - Composição dos resíduos domiciliares da cidade de Campinas – SP, 1996 percentagens em relação ao peso total	72
TABELA 11 - Composição dos resíduos domiciliares da cidade de Rio Branco 1996 percentagens em relação ao peso total	73
TABELA 12 - Composição dos resíduos sólidos urbanos em Madri, Espanha , percentagens em relação ao peso total - 1990.....	73
TABELA 13 - Variação sazonal e composição dos resíduos	73
TABELA 14 - Quadro comparativo dos conceitos sobre resíduo de serviço de saúde, e respectivas fontes	76
TABELA 15 – Quadro comparativo das classificações dos resíduos de serviço de saúde das fonte NBR12808-ABNT (1993)e C.V.S. (1989)	77
TABELA 16 Quadro comparativo sobre a classificação dos resíduos de serviços de saúde elaborada pela US EPA e CONAMA.....	80

TABELA 17 – Massa dos componentes dos resíduos de serviço de saúde identificados em diferentes estabelecimentos geradores amostrados, existentes na cidade de São Carlos (SP)	82
TABELA 18 – Cronograma, caracterizações previstas	89
TABELA 19 Resultados por equipes de trabalho, em quilos (Kg), em 15/07/96	104
TABELA 20- Quantidades (em Kg) de materiais triados, encontrados nos resíduos sólidos domiciliares, na Quarta-feira 17/17/96, no Bairro "La Salle".....	105
TABELA 21- Somatório e médias das massas (em kg) dos materiais encontrados nos resíduos sólidos domiciliares, no Bairro "La Salle", nos dias 15 e 17/07/96.	107
TABELA 22 - Massa dos materiais encontrados nos resíduos sólidos urbanos do bairro "La Salle", referentes à coleta regular dos dias 15 e 17/07/96.....	108
TABELA 23 - Pesagem de caminhões coletores de lixo no período de 12 a 16/08/96.....	109
TABELA 24 - Quantidades totais, diárias em quilos, dos resíduos coletados de 12 a 16 de agosto de 1996	111
TABELA 25 - Determinação da massa dos resíduos coletados no período de 04 a 08/08/97.....	112
TABELA 26 - Quantidades totais, diárias em quilos, dos resíduos coletados de entre 04 e 07/05/97.....	113
TABELA 27 - Determinação da massa dos resíduos coletados no período de 17 a 22/02/97	114
TABELA 28 - Massa total diária (Kg), dos resíduos coletados de entre 17 e 22/02/97	116
TABELA 29 - Massa dos resíduos coletados no período de 19 a 23/05/97	117
TABELA 30 - Massa diária total, referente ao período de 19 a 23/05/97.	119
TABELA 31 - Massa diária total em quilos, referente ao período de 19 a 24/05/97.....	119
TABELA 32 - Resumo comparativo da massa coletado nos diversos períodos	120
TABELA 33.- Massas médias dos resíduos coletados no período de 12/08/96 a 19/05/97 .	120
TABELA 34 Componentes encontrados durante caracterização de resíduos em 01/11/96..	125
TABELA 35 - Componentes dos resíduos sólidos urbanos encontrados em 08/02/97.....	126
TABELA 36 - Porcentagens dos componentes encontrados nos resíduos sólidos urbanos, no período de 15/07/96 a 07/02/97	126
TABELA 37 - Estabelecimentos prestadores de serviços de saúde que fizeram parte da pesquisa no período de 16/04 a 02/05/97.....	129
Tabela 38 - Questionários aplicados e respondidos	132
TABELA 39 - Distribuição dos questionários.....	133

TABELA 40 - Quantificação dos estabelecimentos.....	133
TABELA 41 - Estabelecimentos que realizam a separação dos resíduos.....	134
TABELA 42- Volume de resíduos infectantes gerado diariamente.....	135
TABELA 43 - Estabelecimentos que não produzem resíduos infectantes.....	135
TABELA 44- Estimativa do volume diário de resíduos, em litros, considerados comuns....	136
TABELA 45 - Volume diário de medicamentos vencidos.....	136
TABELA 46 - Estabelecimentos que esterilizam resíduos infectantes e volume gerado diariamente.....	136
TABELA 47 - Formas de acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde, dentro dos estabelecimentos geradores.....	137
TABELA 48 - Forma de acondicionamento de resíduos perfuro-cortantes.....	138
TABELA 49 - Outras formas de acondicionamento de resíduos perfuro-cor.....	138
TABELA 50 - Tipos de acondicionamento.....	139
TABELA 51 - Identificação do local onde os resíduos são acondicionados.....	140
TABELA 52 - Existência de pontos de água nos locais de disposição dos estabelecimentos geradores.....	140
TABELA 53 - Presença de ralos nos locais de acondicionamento dos resíduos.....	141
TABELA 54 - Existência de revestimento nos locais de acondicionamento dos resíduos....	141
TABELA 55 - Periodicidade da coleta.....	142
TABELA 56 - Densidades dos resíduos de serviços de saúde, comum e infectante.....	143
TABELA 57 - Quantificação em quilograma (Kg) dos componentes encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, resultantes do processo gravimétrico correspondente à 2ª feira 22 de abril de 1997.....	144
TABELA 58 - Quantificação em quilograma (Kg) dos componentes encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, referente à 3ª feira 23/04/97.....	145
TABELA 59 - Quantificação dos componentes, em quilograma (Kg), encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, resultantes do processo gravimétrico correspondente à 4ª feira 24 de abril de 1997.....	146
TABELA 60 - Quantificação dos componentes, em quilograma (Kg), encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, resultantes do processo gravimétrico correspondente à 5ª feira 25 de abril de 1997.....	147
TABELA 61 - Quantificação, em quilograma (Kg), dos componentes encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, resultantes do processo	

gravimétrico correspondente à 6ª feira 26 de abril de 1997.....	148
TABELA 62 - Resultados do processo de triagem e gravimetria, em quilograma (Kg), com resíduos de serviço de saúde no período de 22 a 26/04/97.....	149
TABELA 63 - Massa e porcentagens médias dos componentes encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, no período de 22 a 26 de maio de 1977.....	150
Tabela 64 - Variação da massa dos resíduos gerados por estabelecimento, no período compreendido entre 23 e 26 de abril de 1997.....	151
Tabela 65 - Bairros atendidos e distribuição dos veículos, em função da frequência e turno.....	152
Tabela 66 - Frequência do serviço de coleta por veículo, dia da semana e número de quadras atendidas.....	154
Tabela 67 - Frequência por bairro.....	154
Tabela 68 - Planilha para avaliação do serviço de coleta da cidade de Pato Branco.....	155
Tabela 69 - Tabela de custos despendidos na coleta, em Reais (R\$), no período compreendido entre os meses de janeiro de 1996 e setembro de 1997.....	157
Tabela 70 - Massa mensal coletada em toneladas, em função do número de dias úteis.....	158

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
OPS	- Organização Panamericana da Saúde
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IAP	- Instituto Ambiental do Paraná
EPA	Environmental Protection Agency
U.S.	United States
GIRS	Gerenciamento integrado de resíduos sólidos
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A.
CEFET-PR	Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
UNE-PB	Unidade de Ensino de Pato Branco
F	Farmácia
CM	Consultório médico
CO	Consultório dentário
CLM	Clínica médica
CLV	Clínica veterinária
LAC	Laboratório de análises clínicas
LPC	Laboratório de patologia clínica
RX	Laboratório de raios "X"
H	Hospital
BS	Banco de sangue
PS	Posto de saúde
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento
PR	Paraná
ACIPB	Associação Comercial e Industrial de Pato Branco
UNED-PB	Unidade de Ensino Descentralizada de Pato Branco

RESUMO

HERNÁNDEZ, R. H. *Proposta de um sistema para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco – PR*. São Carlos, 1998. 178p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

É constante e permanente a geração de resíduos sólidos urbanos, independente do tamanho da cidade. Os problemas ambientais gerados, pela forma como os resíduos são dispostos e tratados, é que fazem a diferença. A preocupação da maior parte dos administradores municipais é a de coletar os resíduos domiciliares e a varrição das ruas, muitas vezes desconhecendo a forma e local onde os resíduos são dispostos. Isto ocorre porque as informações não estão ao alcance dos responsáveis pelo setor de limpeza urbana, seja pelas limitações de escolaridade e/ou pela falta de técnicos e especialistas que venham a contribuir para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

A coleta de informações para a realização do estudo apresentado requer o envolvimento e participação de um grande número de colaboradores, principalmente das prefeituras, que normalmente são as que realizam as atividades de limpeza nas cidades.

Esta pesquisa tem por objetivo oferecer alternativas de metodologia, dentre das já existentes, para a caracterização dos resíduos sólidos urbanos e de serviços de saúde, para facilitar o planejamento e execução de um sistema de gerenciamento de resíduos para cidades de porte semelhante à cidade de Pato Branco – PR.

Palavras-chave:

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos; resíduos sólidos domiciliares; gerenciamento; caracterização física; coleta.

NAO
XERON

ABSTRACT

HERNÁNDEZ, R. H. Proposal of a system for the management of urban solid wastes of the city of Pato Branco - PR. São Carlos, 1998. 178p. Dissertation (Master of Science) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

It is constant and permanent the generation of urban solid wastes, independent of the size of the city. The generated environmental problems, for the form as the wastes are disposed and treated, it is that make the difference. The concern of most of the municipal administrators is the one of collecting the wastes household and the sweep of the streets, a lot of times ignoring the form and local where the wastes are disposed. This happens because the information are not within reach of the responsible persons for the section of urban cleaning, be for the limitations of scholar level for the technicians' lack and specialists that come to contribute for the correct management of the urban solid wastes.

The collection of information for the accomplishment of the presented study requests the involvement and participation of a great number of collaborators, mainly of the municipal city halls, that are usually the ones that they accomplish the activities of cleaning in the cities.

This research has for objective to offer methodology alternatives, between of the already existent, for the characterization of the urban solid wastes and of services of health, to facilitate the planning and execution of a system of management of residues for load cities similar to the city of Pato Branco - PR.

Keywords-: urban solid wastes; household solid wastes; management; physical characterization; collection.

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos de qualquer natureza têm seu incremento acentuado diariamente, proporcional à população urbana, e ao crescimento industrial. Em localidades e regiões mais desenvolvidas econômica e socialmente, as soluções têm sido postas em prática, na medida em que os órgãos de fiscalização são exigentes ou rigorosos com mais ou menos intensidade. Assim o tratamento dado aos resíduos terá maior ou menor eficiência, e conseqüentemente, a degradação ambiental também.

Dentre as alternativas para resolver estas situações delicadas, está a de recorrer à assessoria de profissionais especializados, porém a deficiência dos mesmos é flagrante.

As informações sobre o tratamento de resíduos ainda não estão totalmente disponíveis para as instituições que possuem problemas de tal natureza, aliado às práticas de tratamento de resíduos que oferecem menores custos e execução, e que nem sempre oferecem segurança ao ambiente e aos seres vivos.

A maior parte dos municípios brasileiros são de pequeno porte, segundo IBGE (1991) 95% possuem população urbana inferior ou igual a 75000 habitantes. No Estado do Paraná, nos últimos anos tem crescido o número de novos municípios, cujas sedes passam a ter uma nova estrutura, caracteristicamente urbana, onde a instalação de estabelecimento públicos e edifícios residenciais tendem a aumentar; os locais para disposição final dos resíduos sólidos urbanos passam a ser de difícil aquisição, e quando se obtêm suas características deixam a desejar segundo parâmetros técnicos e legais, impostos pela legislação ambiental vigente.

Para adotar medidas que contribuam ao correto tratamento dos resíduos sólidos, faz-se necessário que sejam gerenciados de forma integrada. Para que isto ocorra, o conhecimento das características quantitativas e qualitativas, fornece a dimensão do problema, vislumbrando alternativas para seu gerenciamento.

A presente pesquisa traz uma proposta de trabalho a ser desenvolvida na cidade de Pato Branco, no Sudoeste do Paraná, para avaliar o sistema de limpeza urbana, fornecendo dados que possibilitem a busca de um gerenciamento apropriado.

Como em todas as cidades, Pato Branco possui sistema de limpeza urbana, hoje gerenciado pelo Departamento de Limpeza Pública. Este departamento encarrega-se, ao mesmo tempo, do ajardinamento da cidade. Porém, o depósito de lixo é administrado pelo Departamento de Viação e Obras, e que pela falta de contato permanente, as ações para o correto tratamento do lixo não vem ocorrendo.

Os responsáveis pelos departamentos municipais citados tomaram conhecimento das quantidades diárias produzidas, após o estudo efetuado pelo autor desta dissertação, o que favorece para analisar a viabilidade técnica e econômica de terceirizar, ou seja privatizar a coleta.

Durante a coleta de dados, surgiu entre o administrador municipal e seus secretários a discussão sobre o tratamento dos resíduos dos estabelecimento de serviços de saúde de forma diferenciada e com aquisição de equipamentos modernos, porém quando tomaram conhecimento que a quantidade diária gerada de resíduos catalogados como infectantes é de 100 kg/dia, desistiram da idéia de adquirir equipamentos de alto custo, podendo optar por sistemas simples de destinação final.

A cidade possui 52000 habitantes; um programa de coleta seletiva, administrado por uma instituição de ensino, que atende crianças e adolescentes das zonas marginais da cidade, equipada com um caminhão com carroceria (furgão-baú), um local para a triagem dos materiais coletados, porém quando os depósitos de materiais estão lotados é paralisada a coleta, tornando-a irregular, Este fato tem desestimulado a população, que armazena os materiais durante alguns dias para colaborar com o programa de coleta seletiva, porém, ao não serem recolhidos os dispõe junto com os outros resíduos coletados pelo serviço regular de limpeza.

A presente pesquisa mostra que as cidades de pequeno porte podem ter um bom gerenciamento, desde que conheçam as características físicas dos resíduos produzidos, e a visão do seu tratamento de forma integrada.

2 OBJETIVOS

Com a finalidade de propor um sistema de gerenciamento para os resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco – PR, a presente pesquisa tem os seguintes objetivos:

1. caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares,
2. caracterização física dos resíduos de serviços de saúde;
3. levantamento de dados operacionais do serviço de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.

3 JUSTIFICATIVA

Em 1979, a CETESB (1979) analisava que o rápido processo de urbanização, na décadas próximas anteriores, gerou problemas inerentes ao crescimento urbano, dentre os quais os resíduos sólidos urbanos ocupavam posição de destaque e gerando também preocupação nos órgãos da administração municipal, responsáveis pela limpeza pública; o volume crescente de resíduos sólidos e qualquer atividade, quando mal administrada, tem provocado problemas sérios de ordem sanitária, estéticos e de riscos potenciais à saúde pública, acrescenta, ainda que o problema vem sendo tratado de forma negativa, não sendo algo prioritário para as administrações públicas. No melhor dos casos empregam-se recursos inadequadamente, gerando desperdícios e ociosidade dos recursos humanos e financeiros, e dos materiais e equipamentos.

De um modo geral, o problema atinge a todas as cidades. Segundo a OPS (1993), ainda que em menor grau, os problemas são similares nas cidades de médio e pequeno porte, com o agravante de estarem retiradas, fisicamente, dos centros de desenvolvimento. Apesar das cidades, onde realizam-se estudos e empregam-se técnicas para o manejo dos resíduos

sólidos, serem em número reduzido, alternativas e soluções vêm surgindo para minimizar os danos ao meio ambiente e à saúde pública. Nos municípios com populações até 75000 habitantes, representando 95% das cidades brasileiras (IBGE, 1993), segundo este censo 76% das cidades dispõem seus resíduos a céu aberto. No sudoeste do Paraná, numa totalidade de 43 municípios apenas 4 municípios não possuem coleta de lixo; 38 têm áreas com parecer favorável pelo Instituto Ambiental do Paraná -IAP; em uma cidade a área do depósito de lixo está ao lado de curso hídrico.

Nos municípios onde há coleta, os resíduos sólidos urbanos são depositados dentro de valas e aterrado unicamente quando a vala está com a sua capacidade completa, ou seja, quando os caminhões não mais conseguem deslocar-se dentro da área, o que varia entre 30 e 90 dias.

O planejamento não parte de um estudo prévio das características do lixo produzido. São adquiridos equipamentos para coleta e transporte e sem verificar-se de fato se há necessidade de mais veículos apenas solicitam-nos junto aos órgãos financiadores. Isto vem ocorrendo na cidade de Pato Branco, pois verificou-se que alguns roteiros são mais extensos que outros, durante os períodos de chuva intensa não é realizada a coleta, acumulando-se os resíduos para o próximo dia, não conseguindo realizar a coleta no roteiro estabelecido, em quanto outros, apesar da mesma condição concluem antes.

Para OLIVEIRA (1969), a limpeza pública constitui um dos problemas de saneamento do meio que está a exigir uma maior atenção, pelas autoridades governamentais, bem como parte das autoridades de financiamento e das que se ocupam do ensino e da pesquisa.

Para a população, o problema do lixo não parece grave, pois o que para ela é correto e satisfatório é que o saco ou latão de lixo, produzido seja colocado na frente da sua casa, na calçada e seja removido pelo serviço de coleta o mais rápido possível. A remoção dos resíduos, normalmente, é realizado desta forma, parecendo-lhe que a administração municipal mantém o controle total da situação.

A OPS (1991 p. 3) alega que é um fato a população não estar informada dos problemas ambientais e de saúde que causa o manejo inadequado de resíduos, e não se organiza e nem participa das soluções.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica aborda os conceitos, formas e modelos de gerenciamento, metodologias para coleta e transporte, e para amostragem e levantamento das características dos resíduos domiciliares e de serviços de saúde.

4.1 Conceitos

Para se ter uma idéia ou uma visão mais ampla dos resíduos sólidos urbanos, pretendendo entender os termos do gerenciamento de resíduos, e em seguida compreender o termo gerenciamento integrado, apresenta-se a seção de conceitos, enquadrando-os segundo seu tratamento na língua portuguesa, língua inglesa, na linguagem técnica e na linguagem econômica, servindo de base para análise e entendimento da questão. Notar que os termos "lixo" e "resíduos sólidos" em alguns casos tornam-se sinônimos e em outros são tratados como matérias primas, dependendo das condicionantes jurídicas, ambientais, sociais e tecnológicos (CALDERONI, 1998 p49).

4.1.1 Resíduo sólido

"Resíduo sólido", também denominado "lixo", é usado de forma geral pela população para denominar seus resíduos.

1. Língua portuguesa

a) FERREIRA (1975) define o termo "resíduo" assim:

"[do latim residuu.] ...2. substantivo masculino - aquilo que resta de qualquer substância; resto; "Rubião, calado, recompunha mentalmente o almoço, prato a prato, via com gosto os copos e seus resíduos de vinho, as migalhas esparsas" (Machado de Assis, Quincas Borba, p.49). 3. O resíduo do que sofreu alteração de qualquer agente exterior, por processos mecânicos, químicos, físicos, etc.: resíduos

de um incêndio; os resíduos da moagem do café...."

b) ROCHA (1995 p579), define "sólido" como um adjetivo:

"1. Diz-se do estado da matéria caracterizado por maior ou menor rigidez e por uma forma própria."

Pela simples interpretação encontrada nos dicionários da língua portuguesa, conclui-se que de fato, os resíduos sólidos gerados em qualquer ambiente, é o que sobrou de algum processo qualquer e que ocupa um determinado espaço, pela sua característica física de possuir forma rígida. Analisando melhor o conceito de resíduo, notam-se 2 definições diferentes, a primeira que resulta em sobras sem proveito, e a segunda que dá a noção de subproduto.

c) FERREIRA (1975), também define a palavra "lixo" da seguinte maneira:

"1. Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. 2. Por extenso tudo que não presta e se joga fora. 3. Sujidade, sujeira, imundície. 4. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor. ..."

Para FERREIRA (1975), os resíduos sólidos que se descartam, que não tem utilidade mais os denomina: "lixo".

2. Língua Inglesa (E.E.U.U.)

Para ter-se uma visão mais ampla da maneira como são tratados os termos lixo e resíduos, apresenta-se definições:

a) do Academic Press Dictionary (1991, p.2352).

"Detrito (Waste): (engenharia). 1. Qualquer lixo de construção ou residência. 2. Água suja que resulta da mineração ou de outros resíduos industriais. 3. A quantidade de material escavado que sobra das cavas (jazidas - engenharia de minas).

Refugo (refuse, p.1822): (Arqueologia). Todos os materiais ou restos deixados ou despejados pelos seres humanos.

Lixo (Garbage, p.903): Material descartado; refugo, incluir usos específicos: tecnologia espacial. Vários objetos em órbita, usualmente descartados ou restos de aeronaves

Resíduo sólido (Solid waste, p.342) Qualquer refugo, certos lodos e outros materiais descartados, incluindo materiais

sólidos e semi-sólidos resultantes das atividades industriais, comerciais, mineração, operações agrícolas e atividades domésticas.

b) do AMERICAN HERITAGE DICTIONARY (1994):

"Lixo, refugo, rejeito(refuse, rubbish, garbage, trash): ...do latim recusare. Itens ou materiais descartados ou rejeitados como inúteis ou imprestáveis(...)."

Nos países de língua inglesa também pode ser percebida a diferenciação que é feita entre "resíduos sólidos" e "lixo", para o primeiro algo que necessita de tratamento e para o segundo o que não tem mais proveito.

3. Linguagem técnica (Brasil)

a) a ABNT (1986), através da norma NBR 10004, define resíduos sólidos como:

"Resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos em corpo de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível." (NBR No 10004, 1987, p.1)

b) Salvato (1982), o define de acordo com a Environmental Protection Agency (EPA):

"...inclui qualquer rejeito, lixo, lodos de estações de tratamento de esgoto, de tratamento de água, ou equipamentos de controle de poluição, e outros materiais descartados, incluindo sólidos líquidos, semisólidos, ou contendo gases resultantes de atividades industriais, comerciais, mineração, agrícola e da comunidade, mas não inclui sólidos ou materiais dissolvidos no esgoto doméstico ou sólidos dissolvidos em águas de escoamento pela irrigação ou por descargas industriais."

A ABNT e SALVATO consideram todos os resíduos, incluindo lixo, como resíduos sólidos, é uma definição bastante generalizada, que tem a sua especificidade a partir da classificação; porém tornam o conceito em um problema, pois contemplam, também, materiais semi-sólidos, líquidos e gases provenientes de tratamentos de água e esgoto, que a princípio necessitem de disposição adequada, pela falta de tecnologia e recurso disponíveis para seu tratamento.

4. linguagem econômica

a) segundo CALDERONI (1998, p49):

“Resíduo” é a palavra adotada muitas vezes para significar sobra no processo produtivo, geralmente industrial. É usada também como equivalente a “refugo” ou “rejeito”.

“O lixo, também chamado de rejeito, passa por um processo de exclusão: ele é “posto para fora de casa”. deve cumprir ritos de passagem, respeitando regras próprias

CALDERONI, caracteriza melhor as diferenças entre resíduo, que ainda tem valor comercial, e “lixo”, o qual não possui mais valor.

5. Holístico:

Dentro de uma visão mais abrangente, pode-se dizer que lixo é o resultado de toda atividade, realizada pelos seres vivos, gerando subprodutos orgânicos e/ou inorgânicos, que servem de matéria prima para níveis superiores ou inferiores, dentro de uma cadeia organizacional dos ecossistemas. ANDRADE (1989) também o define como o resultado de toda e qualquer atividade natural, humana ou animal, considerado, geralmente como imprestável e/ou indesejável no ambiente. Salientando, que o conceito é relativo ou subjetivo, dependendo do nível sócio-econômico de quem o produz, por exemplo: uma caixa metálica contendo bombons finos, para uma pessoa com poder aquisitivo elevado, torna-se um resíduo sólido; porém para pessoas com menor poder aquisitivo poderá representar dois presentes, o primeiro: os bombons, objetivo principal do presente e o segundo: um porta objetos, onde colocará objetos de grande estima para sua melhor conservação.

Dos conceitos sobre "resíduo" e "sólido", conclui-se que resíduo sólido é todo material com maior ou menor rigidez, que possui forma própria, resultante de qualquer atividade. Atualmente existem definições várias para denominar e identificar os diversos tipos de resíduos ou lixo, dependendo do âmbito e formas de manejo e tratamento adotados. TCHOBANOGLOUS et al. (1996), mostram que dentro da população de fala inglesa os termos "solid wastes" "rubbish" e seus sinônimos são utilizados tanto pela comunidade científica e a população em geral, em muitos casos com o mesmo sentido. Apesar dos

resíduos sólidos comporem uma gama de materiais muito ampla, constitui, também, a presença de inúmeros problemas relativos às atividades envolvidas na coleta, transporte, tratamento e destinação final.

Observação: neste estudo e para fins de haver coerência e concordância no tratamento dos termos resíduos sólidos e “lixo”, serão definidos os conceitos a serem utilizados após revisar os conceitos e classificações, pois alguns autores, em função da época em que abordaram o tema, classificam e conceituam os resíduos utilizando o termo “lixo”.

4.2 Classificação dos resíduos sólidos urbanos

Os resíduos sólidos são gerados diariamente, dentro de qualquer ambiente onde os seres vivos realizam suas atividades. De acordo com a organização econômica e cultural da sociedade, assim serão os tipos de resíduos gerados. Com o sistema econômico capitalista, imperante na maior parte dos países existentes, e com a tecnologia dos meios de transporte e de comunicação, as grandes empresas estão investindo, já não mais nas localidades dentro do país de origem, mas em qualquer parte do planeta onde os custos de produção sejam menores. A base de todos os investimentos de produção de bens é garantir o consumo. Busca-se o conforto em todas as atividades que o indivíduo e as populações realizam, desta maneira, tudo que outrora exigia de maior esforço é compensado pela gama de serviços e produtos, notadamente descartáveis, que facilitam os trabalhos realizados. O que gera, a cada dia, novos tipos de embalagens, produtos descartáveis, que terminam sua vida útil, no melhor dos casos, no depósito municipal de resíduos sólidos urbanos.

Do ponto de vista do gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos, os materiais que compõem os resíduos gerados diariamente podem ser reaproveitados e/ou reciclados; ainda dentro de um processo de consumo, ou seja, pensar em classificar os resíduos normalmente é dentro desta ótica apontada. Assim, as classificações realizadas pelos diversos autores consultados, com a finalidade de analisar os critérios adotados, passa pelo ponto de vista econômico.

4.2.1 Classificação segundo SCHALCH

SCHALCH (1995) os classifica:

1. pela origem:

1a- Residencial: é chamado o lixo domiciliar, constituído de restos de alimentação, invólucros diversos, varreduras, folhagem, ciscos e outros.

1b- Comercial: é proveniente de diversos estabelecimentos comerciais, como escritórios, lojas, hotéis, restaurantes, supermercados, quitandas e outros. É constituído principalmente de papéis, papelão, caixas, restos de lavagem, etc.

1c- Industrial: proveniente de diferentes áreas da indústria, e portanto, de constituição muito variada.

1d- Resíduos de serviços de saúde: é constituído por resíduos das mais diferentes áreas do estabelecimento: refeitório e cozinha, área de patogênicos, administração, limpeza e outros.

1e- Especial: lixo constituído de resíduos e materiais produzidos periodicamente como: folhagem de limpeza de jardins, restos de poda, animais mortos, entulhos.

1f- Feira, varrição e outros: proveniente de varrição regular de ruas, conservação de limpeza de núcleos comerciais, limpeza de feiras, constituindo-se de papéis, cigarros, invólucros, restos de capinação, areia, ciscos e folhas.

A FIGURA 1, permite visualizar a classificação feita por SCHALCH, mostrando seu tratamento mais detalhado com os resíduos sólidos urbanos, destes a fonte “serviços”, é o que abrange novas fontes de geração.

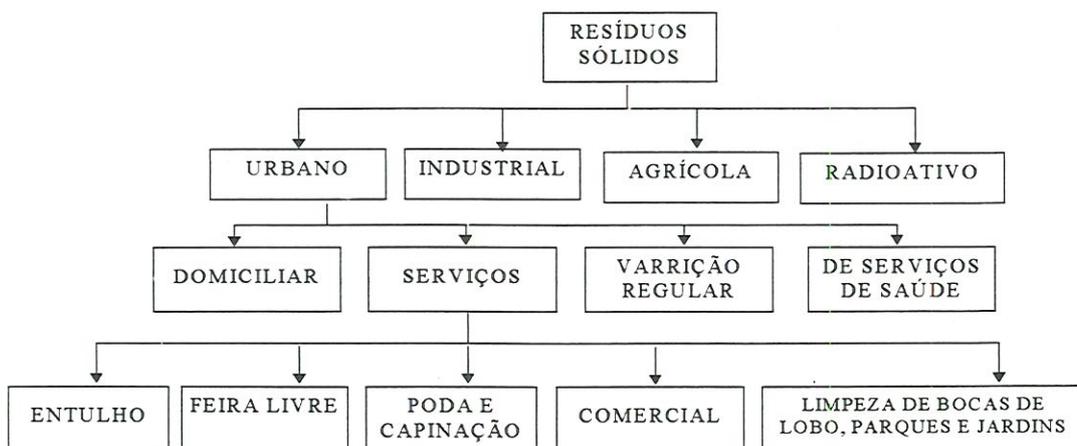


FIGURA 1 - Classificação dos resíduos sólidos urbanos a partir da fonte de geração

Fonte: SCHALCH, V.¹ (adaptado da definição constante na NBR - 10004)

2. Segundo o grau de biodegradabilidade dos resíduos

1- facilmente degradáveis (F.D.): putrescíveis, restos de alimentos, cascas de hortifrutigranjeiros.

¹SCHALCH, V. (1996) (USP. Escola de Engenharia de São Carlos). Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

2- moderadamente degradáveis (M.D.): papel, papelão e outros produtos - celulósicos

3- dificilmente degradáveis (D.D.): trapo couro, borracha e madeira.

4- Não degradáveis (N.D.): vidro, metal plástico, pedras, terra e outros.

Para esta classificação a Figura 2, exemplifica e resume este critério.

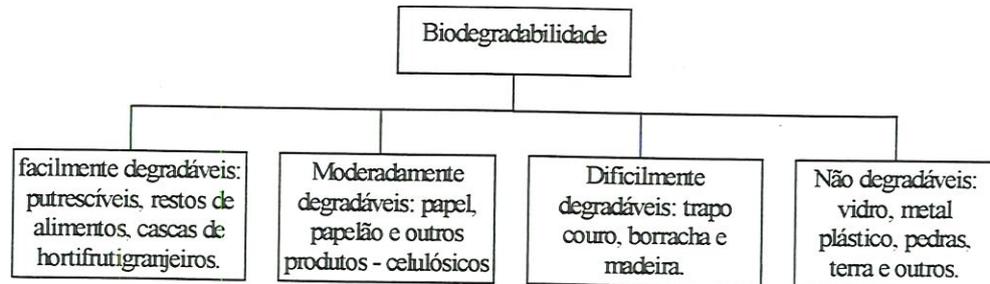


Figura 2 - Classificação segundo a biodegradabilidade
Fonte SCHALCH (1996)

4.2.2 Classificação segundo CONSONI

CONSONI et alli (1995 p23) afirmam que são várias as formas de se classificar o lixo:

1a- Pela sua natureza física: seco e molhado;

1b- Por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;

1c- pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, inertes e inertes (NBR - 10004)

1d pela origem:

- domiciliar: além dos elementos considerados por SCHALCH (1996), inclui produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis, e uma grande diversidade de outros itens. Contém ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos;

- comercial: inclui também, forte componente de papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários, tais como papéis toalha, papel higiênico, etc.;

- público: o que antes foi considerado como feira, varrição e outros;

- serviços de saúde e hospitalar: constituem os resíduos sépticos, ou seja, que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. São produzidos em serviços de saúde, tais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde, etc. São agulhas, seringas, algodões, órgão e tecidos removidos, meios de cultura e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas

descartáveis, remédios com prazo de validade vencidos, instrumentos de resina sintética, filmes fotográficos de raios X, etc. Resíduos assépticos destes locais, segundo estes especialistas, constituídos por papéis, restos da preparação de alimentos, resíduos de limpeza gerais (pós, cinzas, etc.) e outros materiais que não entram em contato direto com pacientes ou com os resíduos sépticos anteriormente descritos, são considerados como domiciliares.

- portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: constituem os resíduos sépticos, ou seja aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, terminais rodoviários e aeroportos. Basicamente, originam-se de material de higiene, asseio pessoal e restos de alimentação que podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados e países

- industrial: o lixo industrial é bastante variado podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros, cerâmicas, etc. Nesta categoria, incluem a grande maioria do lixo considerado tóxico.

- Agrícola: resíduos sólidos das atividades agrícola e da pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, etc. Expõem também, que em várias regiões do mundo, estes resíduos são uma grande preocupação, principalmente as grandes quantidades de esterco animal nas fazendas de pecuária intensiva. Também as embalagens de agroquímicos, em geral altamente tóxicos, têm sido motivo de legislação específica, definindo os cuidados na sua destinação final, em alguns casos co-responsabilizando a própria indústria fabricante.

- Entulhos: são resíduos da construção civil, originados em demolições e restos de obras, solos de escavações, etc. Geralmente é um material inerte, passível de reaproveitamento

4.2.3 Classificação segundo a ABNT

A classificação é feita segundo os risco potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, visando o manuseio e destinação final dos resíduos sólidos. Os resíduos classificam-se (de acordo com a NBR 10004 – Setembro/1987) em:

a) resíduos classe I, denominados “perigosos”

Para entender melhor esta definição, a ABNT, também define o termo *periculosidade de um resíduo*, que vem a ser:

“Característica apresentada por um resíduo, que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar:

- a) riscos à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças, e/ou;
- b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.”

Assim, resíduos classe I – perigosos:

“são aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido anteriormente, ou uma das características seguintes.

Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, (...).”

dentro desta última característica, de patogenicidade, a ABNT, faz a seguinte ressalva:

“Não se incluem neste item os resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados nas estações de tratamento de esgotos domésticos”

b) resíduos classe II – não – inertes:

“São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – perigosos ou resíduos classe III – inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II – não inertes podem ter propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.”

Resíduos classe III – *inertes*

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo (NBR 10007)- Amostragem de resíduos, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilidade, segundo (NBR 10006), solubilização de resíduos, não tiverem nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, conforme listagem n 8, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo desses materiais pode se citar rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

4.2.4 Classificação segundo TCHOBANOGLOUS

TCHOBANOGLOUS et al. (1996), classificam os resíduos sólidos a partir da fonte de geração, associando-os com instalações, atividades e locais típicos de geração. A TABELA 1, mostra claramente esta classificação.

Os autores da tabela consideram, que os termos rejeitos (lixo) e resíduos sólidos, são utilizados como sinônimos, em alguns casos, mas para fins de estudo consideram apenas o termo resíduos sólidos. Bem como definir cada tipo de resíduo, apenas como referência e não como um único conceito, como é mostrado abaixo:

- Restos de alimentos: são resíduos de vegetais, frutas, ou animais resultantes do manejo, preparação cozimento e consumo dos alimentos. A característica mais importante destes resíduos é que são altamente putrescíveis e se decompõem rapidamente.

- Rejeitos: são resíduos sólidos combustíveis e não-combustíveis de residências, instituições, atividades comerciais, etc., exceto restos de alimentos e outros materiais putrescíveis. Tipicamente combustíveis são materiais como papel, plásticos, tecidos, borrachas, couros, madeiras, móveis. E não-combustíveis, itens como vidro, latas de alumínio e de outros metais, metais ferrosos e não-ferrosos, e pó.

- Cinzas: são materiais resultantes da queima de madeira, do carvão vegetal, da hulha, e outros resíduos combustíveis dos equipamentos utilizados para aquecimento de residências, instituições, lojas e instalações municipais para fins de aquecimento, cocção e disposição de resíduos dos combustíveis.

- Resíduos de demolições e de construções: São resíduos de edificações derrubadas e outras estruturas classificadas como resíduos de demolição. Resíduos das construções, remodelagem e conserto de residências, de edifícios comerciais, e outras estruturas são classificadas como resíduos das construções. É difícil mensurar e caracterizar grande variedade destes resíduos, incluem-se pedras, concreto, tijolos, reboco, tábuas, telhas, encanamentos e materiais elétricos.

- Resíduos especiais: resíduos da varrição de ruas, calçadas, da limpeza de logradouros, animais mortos e veículos abandonados.

- Resíduos de estações de tratamento: São resíduos sólidos e semi-sólidos das estações de tratamento de água e esgoto e das indústrias. As características destes resíduos variam, dependendo do tipo de tratamento adotado. Atualmente, maioria dos casos estes resíduos não são de responsabilidade do serviço de limpeza pública.

- Resíduos agrícolas: são resíduos resultantes das atividades de plantação e colheita de cereais, pastagem, frutas, da produção de leite, da produção de animais de corte e da

operação de silos e armazéns. Não são responsabilidade do município a coleta destes resíduos.

- Resíduos perigosos: são resíduos químicos, biológicos, inflamáveis, explosivos ou radioativos, que colocam em risco imediato ou não-imediato a vida das pessoas, plantas, animais.

Para estes a composição dos resíduos sólidos urbanos, para os E.E.U.U., inclui, além dos apresentados acima: restos de alimentos, papel, papelão, plásticos, tecidos, borracha, couro, resíduos de limpeza de jardins, madeira, vidro, latas, metais ferrosos, metais não-ferrosos, e outros(cinzas, terra, etc.)

TABELA 1 - Instalações, atividades e locais típicos geradores de resíduos sólidos, associados com classificação das várias fontes.

Fonte	Instalações, atividades ou locais onde os resíduos são gerados	Tipos de resíduos sólidos
Residencial	Residências unifamiliares e plurifamiliares, apartamentos	Restos de alimentos, rejeitos, cinzas e resíduos especiais
Comercial	Lojas, restaurantes, mercados, edifícios comerciais, hotéis, motéis, lojas de tintas, oficinas mecânicas, instituições e instalações médicas, etc.	Restos de alimentos, rejeitos, resíduos de construção e demolição, resíduos especiais e ocasionalmente resíduos perigosos
Municipal	Normalmente incluem-se os resíduos residencial e comercial	Os mesmos citados acima
Industrial	Indústrias da construção, fábricas, manufatura leve e pesada, refinarias, Indústrias químicas, de mineração, estações geradoras de energia, demolições, etc.	Restos de alimentos, rejeitos, cinzas, resíduos de demolição e construção, resíduos especiais, resíduos perigosos
Áreas abertas	Ruas, calçadas, praças, lotes vagos, praias, rodovias, áreas recreativas, etc.	Resíduos especiais, rejeitos
Estações de tratamento	de Água, esgoto, e processos de tratamento, etc.	Resíduos de estações de tratamento, compostos principalmente por lodos residuários
Agrícola	Pastagens, lavouras, pomares, parreirais, leiterias, silos, granjas, etc.	Restos de alimentos, resíduos das lavouras, rejeitos, resíduos perigosos

Fonte: TCHOBANOUGLOUS et al. (1996)

4.2.5 Análise dos conceitos

SARTORI (1995), visando uma metodologia apropriada para a caracterização dos resíduos sólidos urbanos, elabora quadros, relacionando critérios que os autores de pesquisas

consideram na classificação dos resíduos, comentando a inexistência de uma padronização na classificação do lixo, o que origina uma grande dificuldade de comparação de entre resultados de diferentes pesquisas ver TABELA 2, onde demonstra que basicamente os critérios de classificação utilizados são: "o que é lixo" e "como tratar o lixo".

TABELA 2 - Critérios de classificação de lixo e respectivas classes

Critério de classificação	Classes
Capacidade de produção do composto	Matéria orgânica Matéria inorgânica
Origem fonte e local de produção (compilação de diferentes autores)	Comercial Especial Hospitalar ou contaminado Industrial, industrial não perigoso Público (varrição) Radioativo Residencial, doméstico, domiciliar Rural Urbano
Tratabilidade	Biodegradável Descartável Reciclável
Economia	Aproveitável Aproveitável para produção de composto Inaproveitável Recuperável
Grau de biodegradabilidade	Facilmente degradável Moderadamente degradável Difícilmente degradável Não degradável
Incineração	Combustível Incombustível
Índice de recuperação energética	Materiais de reutilização direta ou alto índice de recuperação energética Materiais de reutilização direta ou médio índice de recuperação energética
Natureza dos serviços de limpeza pública	Domiciliar Especial Público
Padrão de vida na fonte produtora	De classe alta De classe média De classe baixa
Ponto de vista sanitário	Inerte Orgânico

Fonte: SARTORI (1995)

Na TABELA 3 SARTORI (1995), utiliza os critérios de origem e destino, destacando que os critérios de classificação são apoiados nos fatores econômico, social e urbano; observa, também que nenhum dos critérios leva em consideração ao fatores histórico e geográfico; pela natureza dos serviços considera que são abordados os fatores de origem e destino, porque pondera o fator operacional sob a ótica da origem do lixo. Os critérios de destino estão voltados todos ao tratamento, sendo específico no fator operacional, do ponto de vista econômico, considerando o fator social de certa forma; projetando o fator operacional principalmente.

TABELA 3 - Tipos de critério de classificação de lixo

Critério de classificação	Tipo de critério
Natureza dos serviços de limpeza	De origem
Origem. Fonte e local de geração	De origem
Padrão de vida na fonte produtora	De origem
Capacidade de produção do composto	De destino
Economia	De destino
Grau de biodegradabilidade	De destino
Incineração	De destino
Índice de recuperação energética	De destino
Ponto de vista sanitário	De destino
Tratabilidade	De destino

Fonte: SARTORI (1995)

SARTORI analisa, também, as referências pelas quais os componentes das classes de lixo são utilizadas, quantificando-as e predominando o uso da classificação por item como pode ser visto na TABELA 4.

TABELA 4 - Tipos e referências aos materiais constituintes do lixo

Referência	Exemplos	Quantidade
Item	Alimento deteriorado, alumínio, borracha, cerâmica, couro, embalagens, matéria orgânica, metal, pedra, papel, plástico	208
Origem	De açougues, de bares, de consultórios, de drogarias, de lojas, de logradouros públicos, de cestos públicos, de jardim	52
Qualidade	Agregado fino, orgânico, combustível, explosivo, corrosivo, fermentável, perigoso, radioativo, séptico, patogênico	37
Atividade	Da capinação, da varrição, restos de materiais de construção, de limpeza de fossas, da poda de árvores e arbustos	20

Fonte: SARTORI (1995)

A classificação dos resíduos por item é normalmente feita em função das potencialidades oferecidas na sua triagem, levando-se em conta, na fonte de geração o reaproveitamento e reciclagem, dentro de uma visão de gerenciamento integrado.

4.3 Gerenciamento de resíduos sólidos

O objetivo deste item é poder entender o que vem a ser gerenciamento, importância, aplicação na ótica de alguns especialistas e que possa servir de referência para uma proposta de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos para cidades de pequeno porte.

4.3.1 Conceitos

1. CAMBRIDGE (1996)

"gerenciamento é o controle e organização de algo: o gerenciamento de uma empresa e o grupo de pessoas responsáveis pelo seu controle e organização."

2. TCHOBANOGLIOUS et al (1993, p.xvii)

"gerenciamento integrado de resíduos sólidos é o termo utilizado para todas as atividades associadas com o manejo dos resíduos da sociedade. A meta básica do gerenciamento integrado de resíduos sólidos é gerenciar os resíduos da sociedade de tal maneira que as ações desenvolvidas pelos, órgãos públicos responsáveis pelo meio ambiente e saúde pública, atendam aos desejos do público para o reuso e a reciclagem dos materiais contidos no lixo."

a definem também como:

"a disciplina associada com o controle da geração, armazenamento, da coleta transferência e transporte, processamento e disposição dos resíduos sólidos, de tal maneira a se enquadrar dentro dos melhores princípios de saúde pública, econômicos, de engenharia, conservação, estética e outras considerações ambientais, e responsável, também, pelas atitudes do público. No seu contexto, o gerenciamento de resíduos sólidos inclui todas as funções administrativas, financeiras, legais, de planejamento e de engenharia, envolvidas nas soluções para todos os problemas dos resíduos sólidos. As soluções podem

envolver relações interdisciplinares complexas entre os campos das ciências políticas, planejamento regional e municipal, geografia, economia, saúde pública, sociologia, demografia, comunicação e conservação, a engenharia e ciência dos materiais."

4. IPT (1995, p3)

"É o conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, baseado em critérios sanitários, ambientais e econômicos para coletar, tratar e dispor o lixo de sua cidade."

5. CHERMONT e MOTTA (1996, p1), conceituam o gerenciamento de resíduos sólidos do ponto de vista econômico.

"Em termos conceituais, podemos entender que um sistema integrado de resíduos sólidos visa obter respostas para duas questões de caráter mais geral. A primeira relaciona-se com a quantidade física de lixo gerado, ou seja a existência de um balanço ótimo entre a opção de reduzir a geração de lixo na fonte e os custos de seu tratamento, após o lixo ter sido gerado. A segunda questão conceptual de um sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos consiste no necessário balizamento das diversas opções de destinação final de resíduos, para que possa apontar as melhores combinações de utilização de cada uma delas."

Se o "gerenciamento" de uma atividade produtora, é o controle e organização de algo que a mesma produz, com o propósito de distribuí-lo ao público consumidor; onde o grau de controle e de organização aumentam, dependendo dos fatores que influenciam, como tipo de produto, distâncias, área de abrangência; tornando-se cada vez mais complexo proporcionalmente à magnitude dos fatores citados; quanto aos resíduos sólidos urbanos, trata-se da produção de algo que, basicamente, não possui valor e que pela forma como é coletado não será comercializado (CARVALHO, apud AGUIAR, 1996), mas que pelo grande potencial em atrair e proliferar vetores, que outrora causaram e ainda hoje causam epidemias à população humana, busca-se sua rápida retirada dos domicílios produtores, em muitos casos, apenas ocorre a remoção e disposição em locais impróprios e a céu aberto. Porém em algumas cidades, os resíduos, passam por uma seqüência de operações que garantem o correto tratamento desde a sua geração até sua disposição final.

Considerando a variedade e quantidade dos resíduos produzidos, o seu manejo e tratamento, e o crescimento populacional que, supostamente, envolve atividades que tem controle, as quais partiram de uma organização, assim parece normal e necessário adquirir veículos para coleta e contratação de pessoal, constantemente. Trata-se de um sistema de gerenciamento que encontrado na maioria das cidades brasileiras, que visa apenas a remoção dos resíduos no menor prazo possível, caracterizando a falta de planejamento e controle (FUZARO, 1984).

Diante da necessidade de tratar adequadamente os resíduos sólidos urbanos, de forma viável, tanto técnica como economicamente, surgem sistemas de limpeza urbana, assim como existem sistemas de abastecimento de água e de energia elétrica, e que em conjunto constituem o saneamento básico (ANDRADE 1989, p28).

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos inicia pelo conhecimento dos tipos, formas de geração e acondicionamento dos resíduos, das atividades e operações que envolvem sua coleta, transporte, tratamento e destinação final.

4.3.2 Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos

Após apresentar definições, classificações e operações dos resíduos sólidos, visando entender a necessidade de tratar a questão de forma organizada e com controle, ou seja efetuando seu gerenciamento, apresenta-se a seguir análise de alguns autores.

Do ponto de vista econômico, os resíduos sólidos urbanos, possuem preço negativo, porque o gerador está disposto a pagar pela sua remoção; o preço passa a ser positivo quando passa a ser tratado como um insumo produtivo, que ocorre no processo de reciclagem. O processo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos pressupõe que o produto gerado não tem valor financeiro, porém o gerador paga um preço negativo, chamado de “taxa”, CARVALHO (1979) chama de “preço negativo” este valor, que o comprador paga ao órgão responsável pela limpeza pública, para coletar e dispor os resíduos gerados.

TCHOBANOGLIOUS et al (1993, p.44), esclarecem que, quando se pensa em formas de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, buscam-se modelos de gerenciamento integrado, mas a origem e formas de geração, e o fluxo que é decorrente das formas de coleta e de tratamento existentes, darão a informação para as devidas alterações.

Mostra, também, que as formas de geração dos resíduos e a maneira como é produzido o lixo, são modificados, como consequência do desenvolvimento tecnológico, explicando que o referido desenvolvimento transforma os bens de consumo e consequentemente, também, o tipo de acondicionamento, conforme mostra a Figura 3.

O fluxograma faz notar que não se trata apenas do resíduo produzido ou gerado dentro dos domicílios, mas antes outros processos de produção de bens de consumo geraram resíduos ou subprodutos que também os conduzem para o mesmo local e destinação final.

O autor mostra que desde o início do processo são gerados resíduos, começando pela extração das matérias primas. Os restos resultantes das operações de extração ou obtenção é bem conhecido por todos. Assim os resíduos sólidos são gerados em cada etapa do processo em que as matérias primas são convertidas em bens de consumo; a partir desta análise conclui que a melhor maneira de reduzir a quantidade de resíduos sólidos é limitando o consumo de matérias primas, é incrementar as taxas de recuperação e reuso ou de reutilização dos materiais residuais.

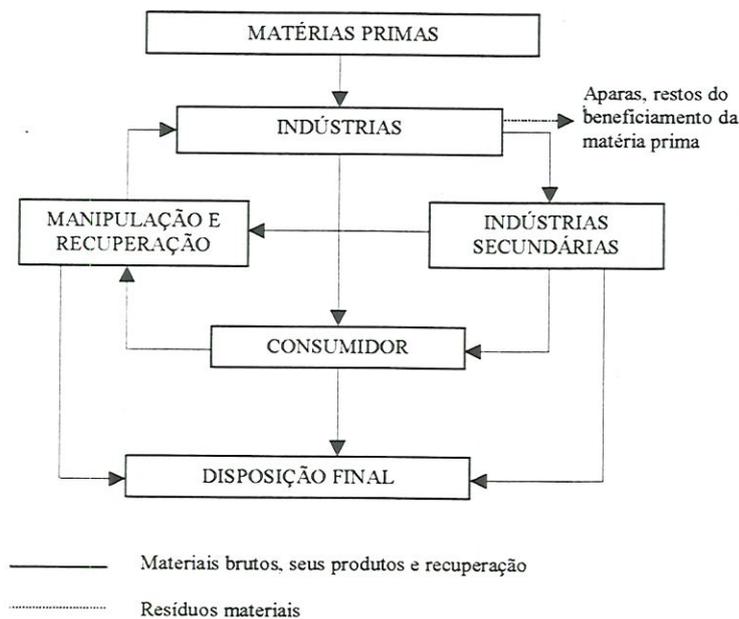


Figura 3 - Fluxos de materiais e de geração de resíduos sólidos em uma sociedade tecnológica.

Fonte: TCHOBANOGLIOUS et al (1993)

O conceito é simples, mas a mudança numa sociedade tecnologicamente moderna é extremamente difícil. No entanto a sociedade tem de melhorar no gerenciamento e pesquisa, para se chegar a novos locais permanentes de disposição. As águas poluídas e gases se diluem e dispersam, mas os resíduos sólidos permanecem e serão encontrados no futuro. É importante que a sociedade faça alguns questionamentos constantemente: quais elementos da sociedade geram as maiores quantidades de resíduos e qual a natureza destes? Como podem ser minimizadas as quantidades? Qual é a relação de recuperação de resíduos? A tecnologia de recuperação e de disposição de resíduos consegue se manter com a tecnologia de produtos de consumo?

Vendo os resíduos sólidos através desta ótica, a seguir é detalhado a problemática da geração de resíduos, levando a necessidade de adotar uma série de mecanismos que auxiliem na minimização do problema, o que pode ser considerado de interesse e de abrangência mundial.

Geração de resíduos

A geração de resíduos em quantidade e qualidade estão intimamente ligados ao crescimento populacional. PRANDINI et al. (1995, p3), questionam sobre este fato, considerando-o sem precedentes, explicam que o planeta parece tornar-se pequeno demais para a população futura; analisam que, no início da era cristã havia 200 milhões de pessoas no mundo, em 1750, a população atingia 1 bilhão de habitantes, mantendo-se nesta magnitude até fins do século passado; porém com o avanço da medicina e da tecnologia na agricultura criaram condições para um crescimento extraordinário, alcançando cerca de 6 bilhões de habitantes na atualidade. A perspectiva de crescimento, para os próximos 30 anos, apesar das guerras e epidemias, é de um aumento de 3 bilhões de habitantes, como pode ser visto na Figura 4.

População mundial (1950 – 2025)

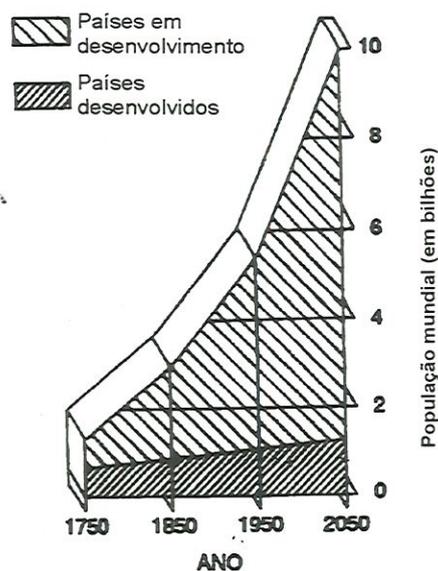


Figura 4 - População mundial X Tempo.
Fonte PRANDINI et al. (1996)

A OPS (1991, p3), também analisa o crescimento populacional, relacionado com a geração de resíduos na América Latina, justificando que a evolução das sociedades, passando de estágios agrários para industriais-agrários, promoveu um incremento e

diversificação da produção de bens e serviços, criando demanda sobre os recursos naturais e uma geração crescente de resíduos sólidos, exemplificando que há 30 anos atrás a geração por pessoa era de 200 a 500 g/dia, estimam hoje que seja entre 500 e 1000 g/pessoa.dia. Vêm como agravante que não apenas a quantidade mas a qualidade, passando de denso e quase completamente orgânico para volumosa, parcialmente não-biodegradável e com percentagens crescentes de materiais tóxicos. As quantidades diárias geradas na América Latina, no ano de 1990, foi de 250000 toneladas, calculam ser necessária uma frota de 25000 veículos para coleta e de 300000 m³ de espaço diário em aterro sanitário.

ROCHA (1992, p20), até a data de apresentação do seu trabalho apenas 37% dos municípios eram servidos com coleta regular de lixo, e uma pequena parcela teria seu tratamento adequado, os demais estariam a céu aberto, acrescenta que esta problemática, no Brasil teve seu primeiro registro em 12 de setembro de 1556, pela disposição de resíduos à margem do caminho que dava acesso à cidade de Santo André da Borda do Campo, mas a partir de 1721 tem-se registro que na cidade de São Paulo, os oficiais da Câmara do Senado, da época, determinava que a população depositasse seus resíduos nos locais previamente preparados para isto, caso contrário seriam multados. Outros fatos são narrados por ROCHA, concluindo que as tentativas para resolver a questão passam pelas exigências da higiene e da saúde pública, de conforto e estética, e de otimização de áreas para disposição e tratamento visando redução de custos, e viabilizando projetos técnicos adequados

No Brasil, segundo IBGE (1991), diariamente são produzidas 241614 toneladas de lixo, mostrando que o crescimento populacional e o grau de urbanização não foi acompanhado de medidas coerentes para dar ao lixo o correto tratamento. Acrescenta que, 76% do lixo gerado é disposto a céu aberto, apenas 24% recebem tratamento adequado, ver Figura 5.

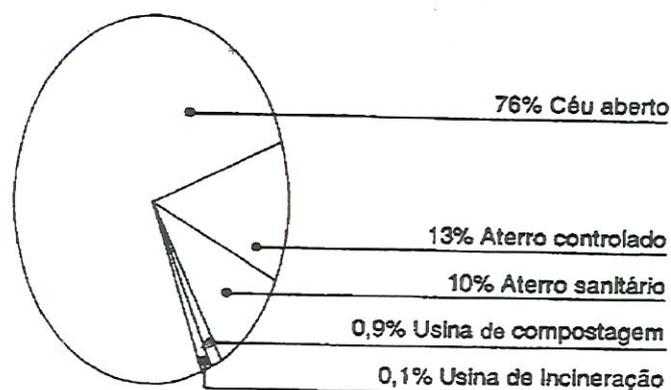


Figura 5 - Destino do lixo coletado no Brasil
Fonte: IBGE (1991), apud IPT (1995)

Os sistemas encontrados e apresentados em seguida, buscam, da melhor forma, contemplar o maior número de resíduos e as ações que auxiliarão no bom gerenciamento.

4.3.3 Sistema proposto por TCHOBANOGLIOUS

TCHOBANOGLIOUS (1993), apresenta de forma didática os elementos básicos de gerenciamento de resíduos, afirmando inicialmente que a complexidade nos problemas associados ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, na atual sociedade, é em função da quantidade e natureza diversa dos resíduos, da expansão das áreas urbanas, da limitação dos recursos para os serviços públicos em muitas cidades, dos impactos da tecnologia, e das limitações de energia e matéria prima.

Se o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos deve ser dotado ou implementado de forma eficiente e organizada, aspectos fundamentais e as relações envolvidas devem ser identificadas, ajustadas para os dados de uniformidade e claramente entendidos.

Para o sistema proposto por TCHOBANOGLIOUS (1993), agrupou as atividades associadas com o gerenciamento dos resíduos sólidos desde o ponto de geração até a disposição final em 6 elementos funcionais:

- a) Geração de resíduos;
- b) Manejo, separação, armazenamento e processamento na fonte geradora dos resíduos;
- c) Coleta;
- d) Separação e processamento, e transformação dos resíduos sólidos;
- e) Transferência e transporte;
- f) Disposição.

Na Figura 6, é apresentado os elementos funcionais e a forma como estão relacionados com o gerenciamento

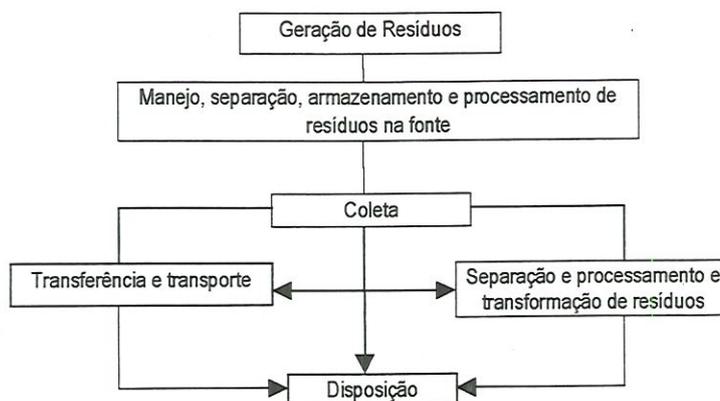


Figura 6 - Diagrama simplificado das inter-relações dos elementos funcionais de um Sistema de Gerenciamento de resíduos sólidos.

Fonte: TCHOBANOGLIOUS (1995)

a) Geração de resíduos

Sobre a geração resíduos coloca que faz pouco tempo que os resíduos são considerados sem valor e são misturados com o lixo, materiais como os papeis de bala e outros gerados nos bares, onde o próprio consumidor não valoriza, além de outros lançados freqüentemente e em qualquer local. Na geração dos resíduos é importante a fase de identificação de cada um dos diversos tipos de resíduos. No futuro a geração dos resíduos terá um controle maior que o existente hoje. Nos Estado Unidos da América, em alguns dos seus estados existem leis que controlam e punem o desvio dos resíduos; reforça que é necessário implantar um sistema de controle e monitoramento, onde a redução de resíduos na fonte, hoje, é parâmetro para avaliação do sistema.

b) Manejo e separação de resíduos, armazenamento e processamento na fonte

TCHOBANOGLOUS (1993) explica que o manejo é considerado desde a coleta até o recipiente de armazenamento, envolvendo também o carregamento do recipiente até o ponto de coleta. A separação dos resíduos é uma fase importante para o seu manejo e armazenamento na fonte, exemplifica que os materiais recicláveis são recuperados e vendidos para as indústrias de reciclagem, a melhor opção é a separação no local de geração. Um aspecto importante, observado, é a conscientização das donas de casa, realizando a separação de jornais, papelão, garrafas, latas de alumínio, metais ferrosos e restos do jardim. A separação de resíduos perigosos está sendo discutida cuidadosamente e implementando graus de variação. O local de depósito é algo importante a ser considerado, sob a ótica da saúde pública e estética, pois depósitos com mau aspecto e inadequados, como valas abertas são indesejáveis, sendo freqüentemente vistos em áreas residenciais e comerciais. O processamento na fonte envolve a compactação e compostagem dos restos de limpeza do jardim

c) Coleta

Dentro das ações da limpeza pública, a coleta é considerada a ação principal, pois o que realmente promove a alteração da paisagem das ruas é quando ocorre a remoção dos resíduos. O que parece uma ação simples de recolhimento, envolve fatores e ações que devem ser abordados com critério técnico e muita responsabilidade, pois as conseqüências de um bom sistema de coleta são economia e satisfação do público atendido.

d) Separação, processamento e transporte

Os tipos de meios e equipamentos para a recuperação de materiais que foram separados na fonte, incluem coleta dos resíduos resultantes da varrição do meio-fio, e das centrais de descarga. A separação e processamento dos resíduos separados na fonte, normalmente acontece nas indústrias de reciclagem, nas estações de transferência,

incineradores e nos locais de disposição final. O processamento normalmente inclui a separação de itens de grande tamanho, por meio de peneiras, separação manual de componentes, redução do tamanho por seccionamento (corte, trituração...), separação de metais ferrosos utilizando magnetos, redução de volume por combustão ou compactação.

Os processos de transformação são utilizados para reduzir o volume e peso dos resíduos, conduzidos para a disposição final, e para reciclá-los ou transformá-los em energia.

e) Transferência e transporte

a transferência e o transporte envolvem duas operações:

a transferência dos resíduos dos veículos menores para equipamentos maiores;

os veículos maiores transportam os resíduos para grandes distâncias para processamento ou disposição final, comumente utilizam-se não só de veículos motorizados, mas também utilizam-se vagões e barcaças.

f) Disposição

A disposição dos resíduos vem ocorrendo em aterros e aterros sanitários, os quais não são meros depósitos, pois obedecem a técnicas de engenharia.

Quando todos os elementos funcionais, contemplados no gerenciamento dos resíduos, são avaliados para uso e todas as interfaces e conexões entre os elementos são conferidas, para ser eficaz e econômico, a comunidade desenvolve um sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.

O gerenciamento integrado de resíduos sólidos (GIRS) pode ser definido como a solução e aplicação de técnicas adequadas, tecnologia e programas de manejo para conseguir atingir objetivos e metas específicas de gerenciamento de resíduos sólidos.

Propõe uma série de ações, como consequência dos regulamentos criados pela EPA, sobre os resíduos sólidos, compondo-as em uma hierarquia de atividades

Hierarquia de um sistema de GIRS

Uma hierarquia, estabelecendo degraus, no gerenciamento de resíduos sólidos pode ser empregada para ações de ordem (grau) para implementar programas dentro da comunidade. A EPA adotou uma hierarquia para o GIRS, composta por:

- redução na fonte;
- reciclagem;
- incineração;

TCHOBANOUGLOUS (1994) adota a seguinte hierarquia:

- redução na fonte;
- reciclagem;
- transformação de resíduos (incineração);

- aterros.

A hierarquia dos programas e sistemas de gerenciamento devem ser desenvolvidos, de forma que os elementos da hierarquia, estão ou são interrelacionados e são selecionados para complementar um ao outro.

É importante notar que a EPA não faz uma distinção entre a transformação de resíduos e o aterro; ambos são vistos como componentes do GIRS. A reciclagem, na sua mais restrita interpretação, pode apenas ser considerada após ter sido realizado o possível para reduzir a quantidade de resíduos na fonte, da mesma forma a transformação de resíduos é considerada apenas após realizar o máximo na reciclagem.

4.3.4 Sistema proposto por SALVATO

SALVATO (1982), mostra as múltiplas numerosas fontes e tipos de resíduos, desde a residência até a granja, desde o lixo doméstico até os resíduos radioativos, ferro velho e resíduos industriais, fontes de geração de resíduos, salientando que as complexidades do gerenciamento dos resíduos sólidos não são facilmente apreciadas.

SALVATO (1982), mostra através das figuras que as complexidades do gerenciamento dos resíduos sólidos não são facilmente apreciados.

Há numerosas fontes e tipos de resíduos, desde a residência até a granja, desde o lixo doméstico até os resíduos radioativos, ferro velho e resíduos industriais. O manejo envolve armazenamento, coleta, transferência e transporte. O processamento inclui incineração, densificação, compostagem, separação, tratamento e conversão de energia. Os métodos de disposição mostram as interrelações do ambiente do ar, solo, água e o local de recuperação e reciclagem. Todos estes passos introduzem limitações - social, política, econômica, tecnológica, ecológica, legal, informativa e de comunicação- que devem ser consideradas na análise do problema, chegando-se a soluções aceitáveis.

Para SALVATO (1982), os fatores descritos através das figuras 7 a 12, são fatores que expressam a concepção de um sistema de gerenciamento contemplando todos os fatores que influenciam na tomada de decisões, para o tipo de ações a serem adotadas.

Quanto aos fatores: fonte e tipo de resíduos, considera de suma importância que a própria comunidade desenvolva meios para obter dados precisos sobre as quantidades de resíduos geradas em cada fonte (domiciliar, comercial, misto, industrial, construção/demolição, ruas e calçadas e outros), de acordo com a Figura 7 e Figura 8. Considera que as informações obtidas servirão para o dimensionamento dos volume e quantidade de recipientes, veículos para coleta, frequência, aterro, e outras formas de tratamento e disposição final.



Figura 7 - Matriz de estudo do gerenciamento dos resíduos sólidos - Fonte e tipos de resíduos.
 Fonte Salvato (1982)

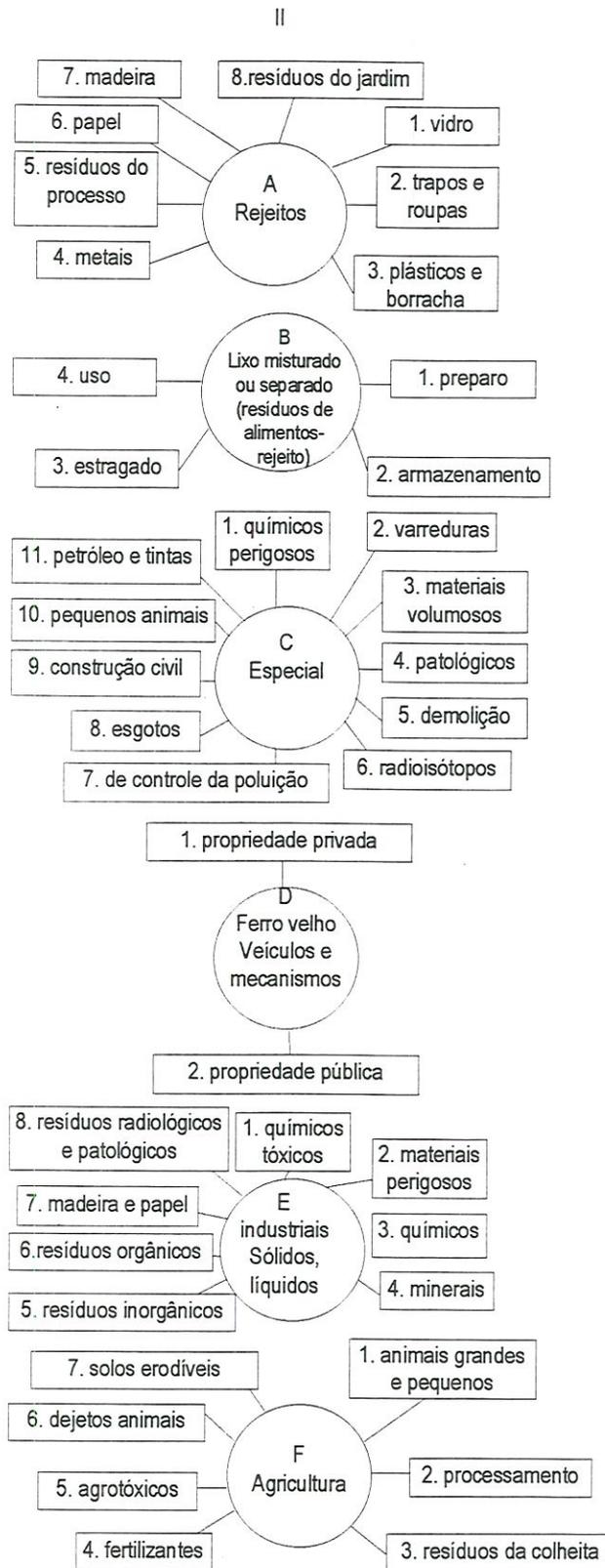


Figura 8 - Tipos de resíduos.
 Fonte SALVATO (1982)

III

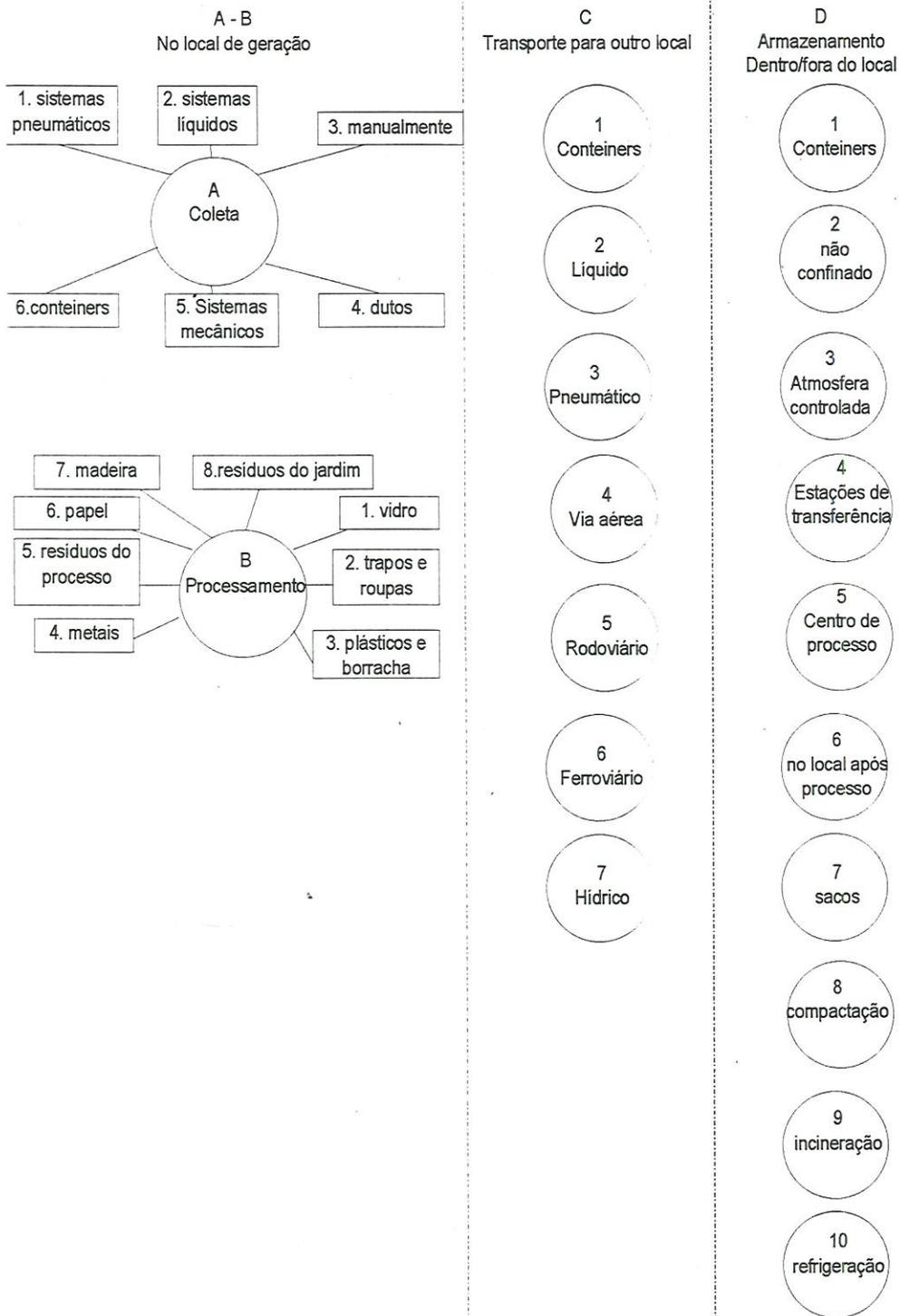


Figura 9 - Formas de manejo.

Fonte: Salvato (1982).

O manejo envolve armazenamento, coleta, transferência e transporte

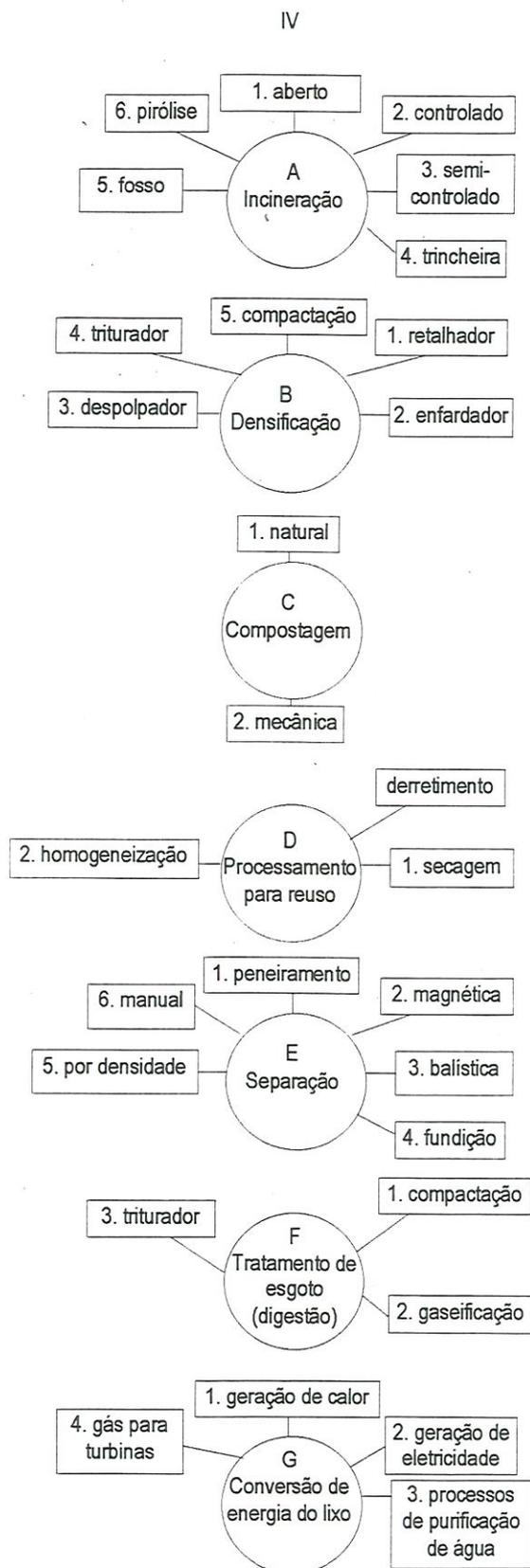


Figura 10 - Processamento (fora do local).

Fonte: Salvato (1982)

V

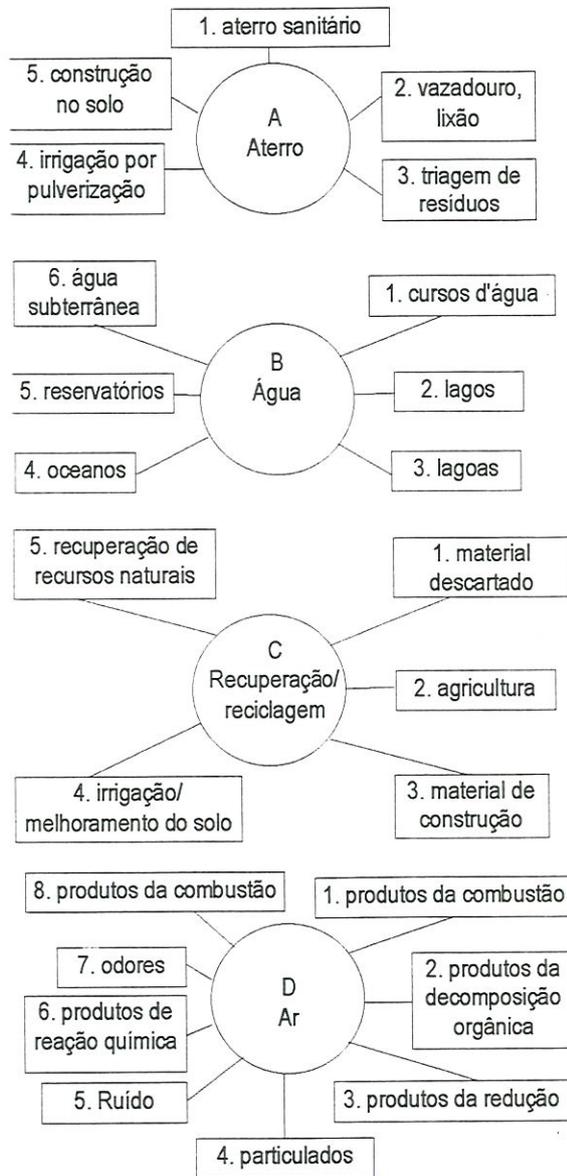


Figura 11 - Descarga no Ambiente.
 Fonte SALVATO (1982)

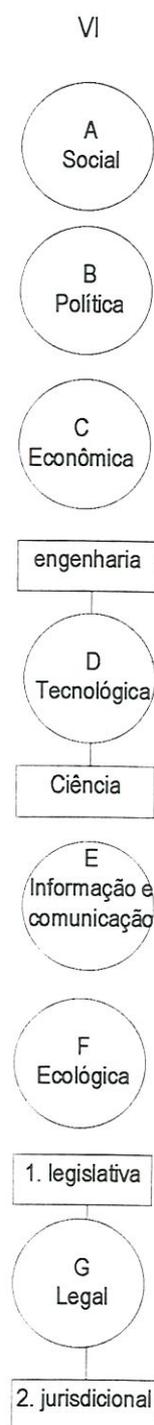


Figura 12 - Restrições, limitações.
Fonte: Salvato (1982)

Sobre o armazenamento, manifesta haver necessidade de se terem diversos tipos de recipientes e fabricados com materiais que sejam compatíveis com o tipo de resíduo e com o tratamento e destinação final a ser adotado. Os locais para o acondicionamento devem permitir e facilitar a colocação e retirada dos recipientes, bem como oferecer condições para a permanência dos resíduos sob condições de temperatura, ventilação e limpeza do local adequados, para evitarem-se odores e vetores de doenças.

As forma de manejo dependem dos fatores climáticos, estabelecimentos geradores, tipos de resíduos, pois em locais prestadores de serviços ou de atendimento ao público, como hotéis, restaurantes, lanchonetes, hospitais, os resíduos devem ser retirados diariamente, a frota de veículos, guarnições, tipo de coletor dependem também do tipo e forma como os resíduos são gerados e acondicionados.

Para cidades de grande porte, o autor citado recomenda o estudo das estações de transferência, visando compatibilizar a viabilidade técnica com a econômica.

Quanto ao tratamento e disposição final, ele sugere o estudo e implantação de aterro sanitário, incineração, compostagem, pirólise, oxidação, disposição no mar, formas de extração de gorduras e proteínas, visando a redução dos resíduos, redução de tamanho através de fragmentador, moinho de martelo, raspador, e outros equipamentos que reduzam o tamanho dos resíduos seja para disposição em aterro, ou incineração ou para processamento na recuperação de energia e compostagem.

Sobre as restrições e limitações, ele coloca que não devem servir de óbice umas às outras, pois é freqüente o conflito entre as áreas tecnológica e a legal (leis), pois sem restrições, o ambiente e os seres vivos sofrem as conseqüências de lançamento de resíduos perigosos em locais despreparados para receber ditos resíduos.

4.3.5 Sistema proposto por SCHALCH

Com a finalidade de alcançar formas de tratamento adequado dos resíduos, SCHALCH (1997)², propõe dois sistemas para o gerenciamento dos resíduos sólidos: o primeiro para resíduos sólidos urbanos, mostrado de forma ilustrativa no fluxograma da Figura 13, abrangendo simultaneamente e através das coletas regular e seletiva, o estabelecimento de ações integradas. O dimensionamento da coleta seletiva dependerá das ações de redução e de reutilização, influenciando diretamente nas indústrias de reciclagem. Tanto a coleta regular como a coleta seletiva passam pelas ações de acondicionamento,

² Fonte: SCHALCH, V. (1996) (USP. Escola de Engenharia de São Carlos). Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

transporte, tratamento e disposição final, mostrando a exeqüibilidade deste sistema de gerenciamento.

O segundo sistema mostrado na Figura 14, para gerenciamento de resíduos sólidos industriais, onde a geração de resíduos é diretamente dependente das ações de minimização praticadas pelas indústrias, demonstra que o início do gerenciamento dos resíduos começa antes da geração. Outros elementos que compõem este sistema são o acondicionamento, coleta, manuseio, armazenamento, transporte, reciclagem, bolsa de resíduos (para os materiais que não são possíveis de reciclar na localidade de geração, mas constituem matéria-prima em outros processos), alternativas para o tratamento e disposição final, e ainda um último processo de recuperação dos locais contaminados pela disposição.

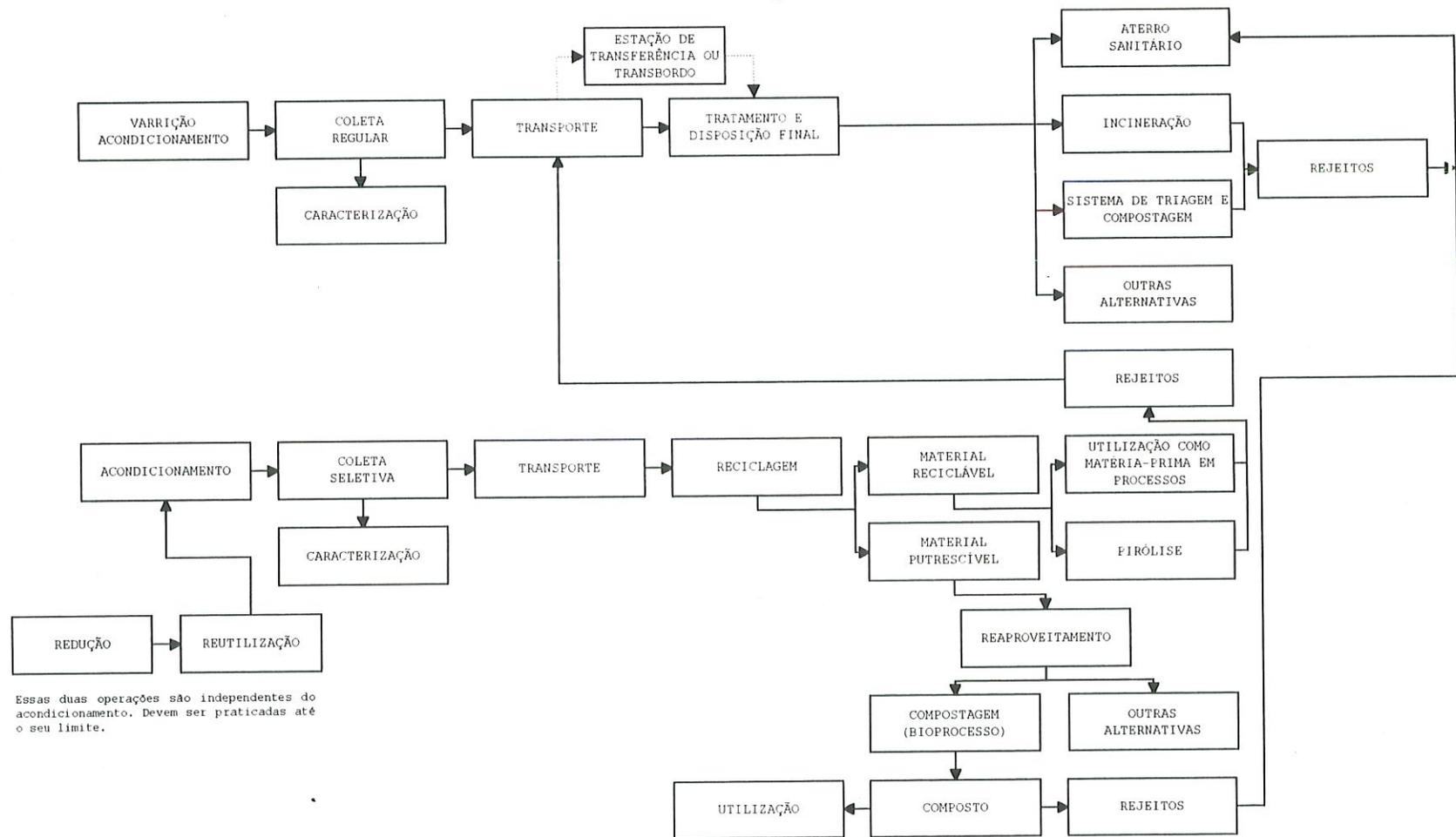


Figura 13 - Sistema de gerenciamento resíduos sólidos domiciliares, proposto por SCHALCH.
 Fonte: SCHALCH (1997)

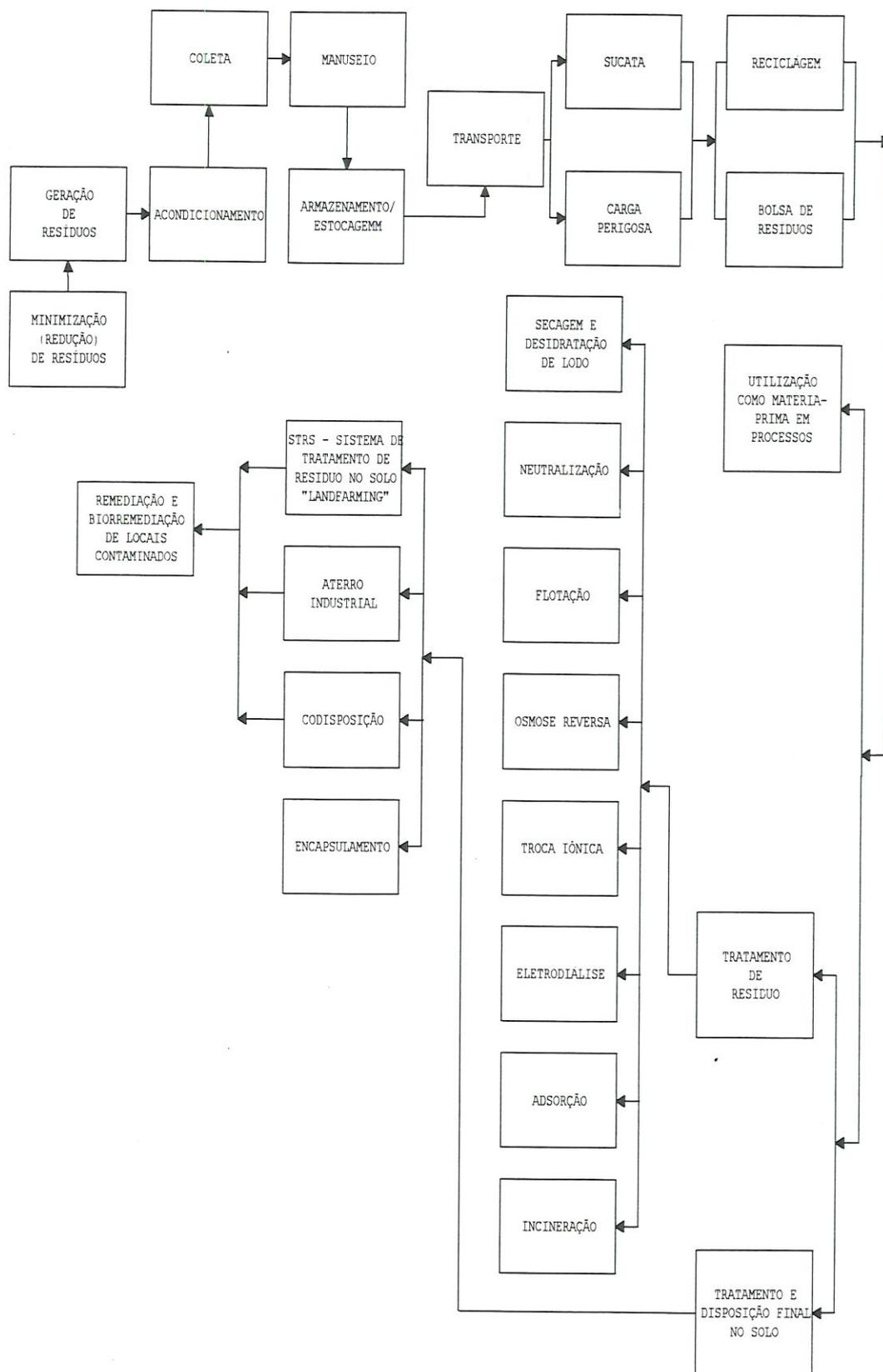


Figura 14 - Sistema de gerenciamento de resíduos sólidos industriais
 Fonte: SCHALCH (1996)

4.3.6 Sistema proposto por JARDIM

JARDIM et al (1995, p39), abrangendo todos os resíduos sólidos urbanos propõe para os municípios brasileiros um sistema de gerenciamento, baseado nos serviços de limpeza municipal, Os serviços de limpeza contemplados são:

- ◆ Acondicionamento;
- ◆ Coleta e transporte do lixo domiciliar;
- ◆ Coleta e transporte do lixo dos serviços de saúde e hospitalar;
- ◆ Outros serviços de limpeza:
 - Varrição
 - Capinação
 - Limpeza de praias
 - Limpeza de feiras-livres
 - Limpeza de bocas-de-lobo, galerias e córregos
 - Remoção de animais mortos
 - Pintura de meio-fio
 - Coleta de resíduos volumosos e entulho

Propõe, então, um quadro de gerenciamento dividido em 3 fases integradas e uma fase independente para os resíduos de serviços de saúde; e em 10 etapas, ver TABELA 5

TABELA 5 - Quadro de gerenciamento – Etapas de implantação

ETAPAS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Como fazer	O que fazer								
Primeira fase Diagnóstico de administração	Segunda fase				Fase independente Lixo de serviços de saúde e hospitalar				
	Serviços de limpeza								
	Terceira fase								
	Disposição final								
	Quarta fase								
	Tratamento								

Fonte: JARDIM et al (1995)

Em cada uma das fases, sugerem o procedimento a ser adotado. Assim para a primeira fase, ver Figura 15.

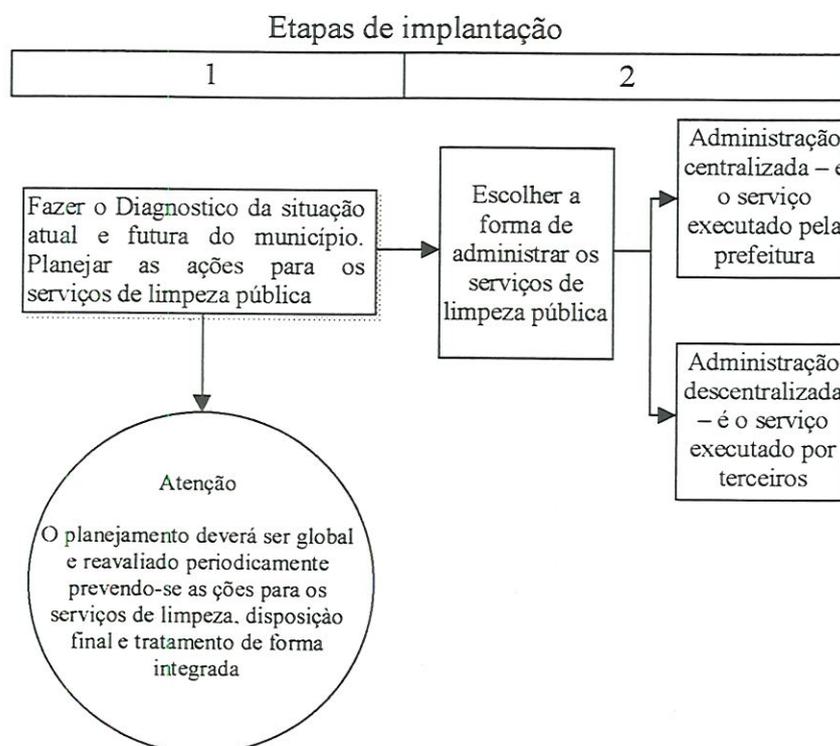


Figura 15 - Primeira fase – Diagnóstico de administração
Fonte JARDIM et al (1995)

Na segunda fase, sobre o serviço de limpeza, este é direcionado à coleta dos resíduos, e inclui o seu dimensionamento e surge a avaliação periódica do desempenho dos mesmos, como pode ser analisado na Figura 16

Na terceira fase, sobre a disposição final, ver Figura 17, inserem-se as questões de localização, legislação, pressão política e da comunidade, entre outras, que devem ser analisadas e que, em muitos casos, são determinantes. Como nos outros sistemas de gerenciamento, o aterro é imprescindível, devendo efetivar a recuperação da área, tanto para transformá-la de lixão para aterro sanitário, como no encerramento.

Na quarta fase, sobre o tratamento, propõe ações como coleta seletiva com segregação na fonte, usinas de triagem de materiais, estações para tratamento dos orgânicos putrescíveis, incineração, todas elas vinculadas ao aterro sanitário, para disposição das cinzas e dos rejeitos resultantes.

Para os resíduos de serviços de saúde, considera não ser de responsabilidade do poder municipal, porém os vincula quanto ao seu tratamento e sua disposição final à incineração e ao aterro sanitário.

ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO

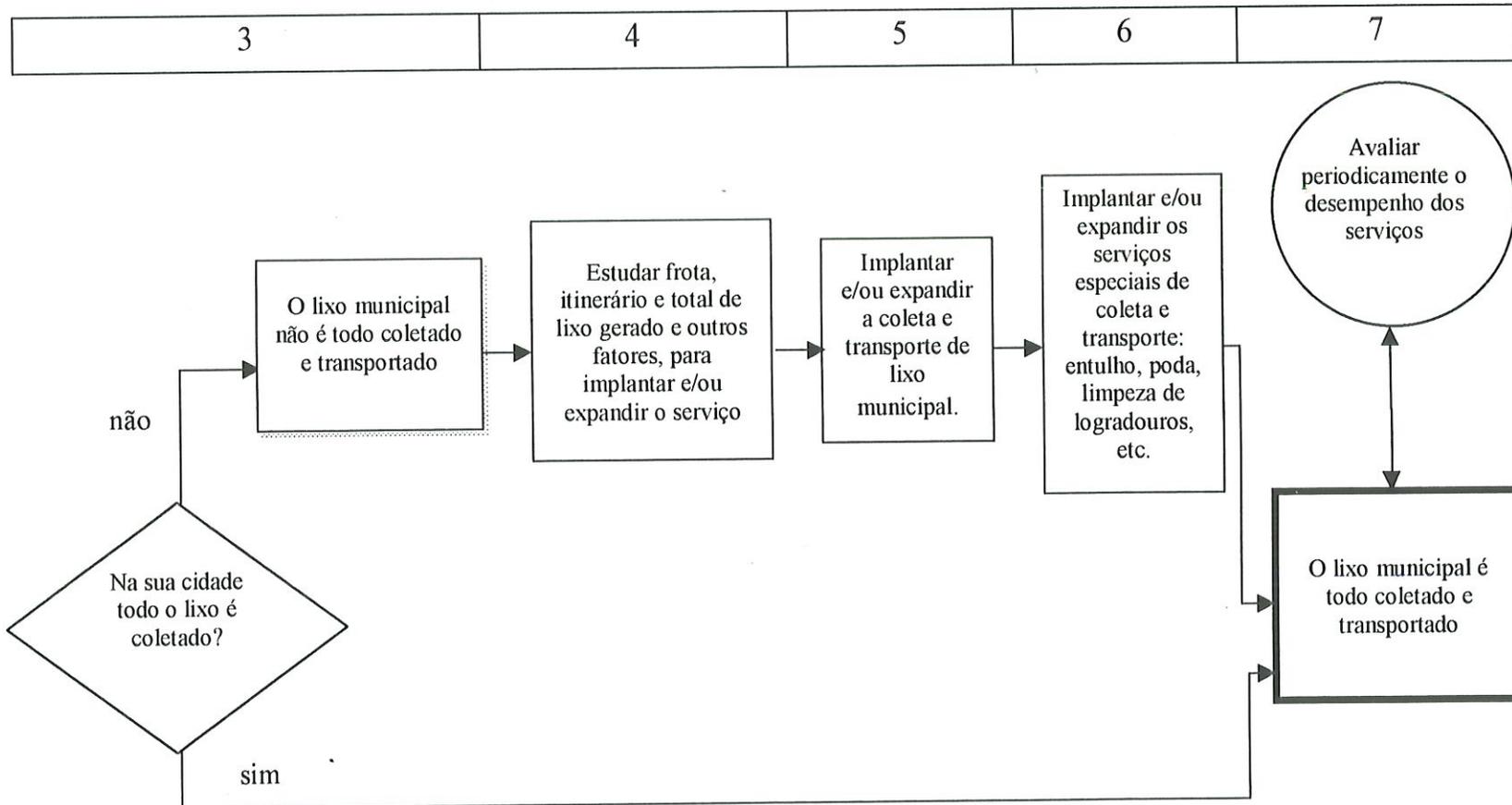


Figura 16 - Segunda fase – Serviço de limpeza
Fonte IPT (1995)

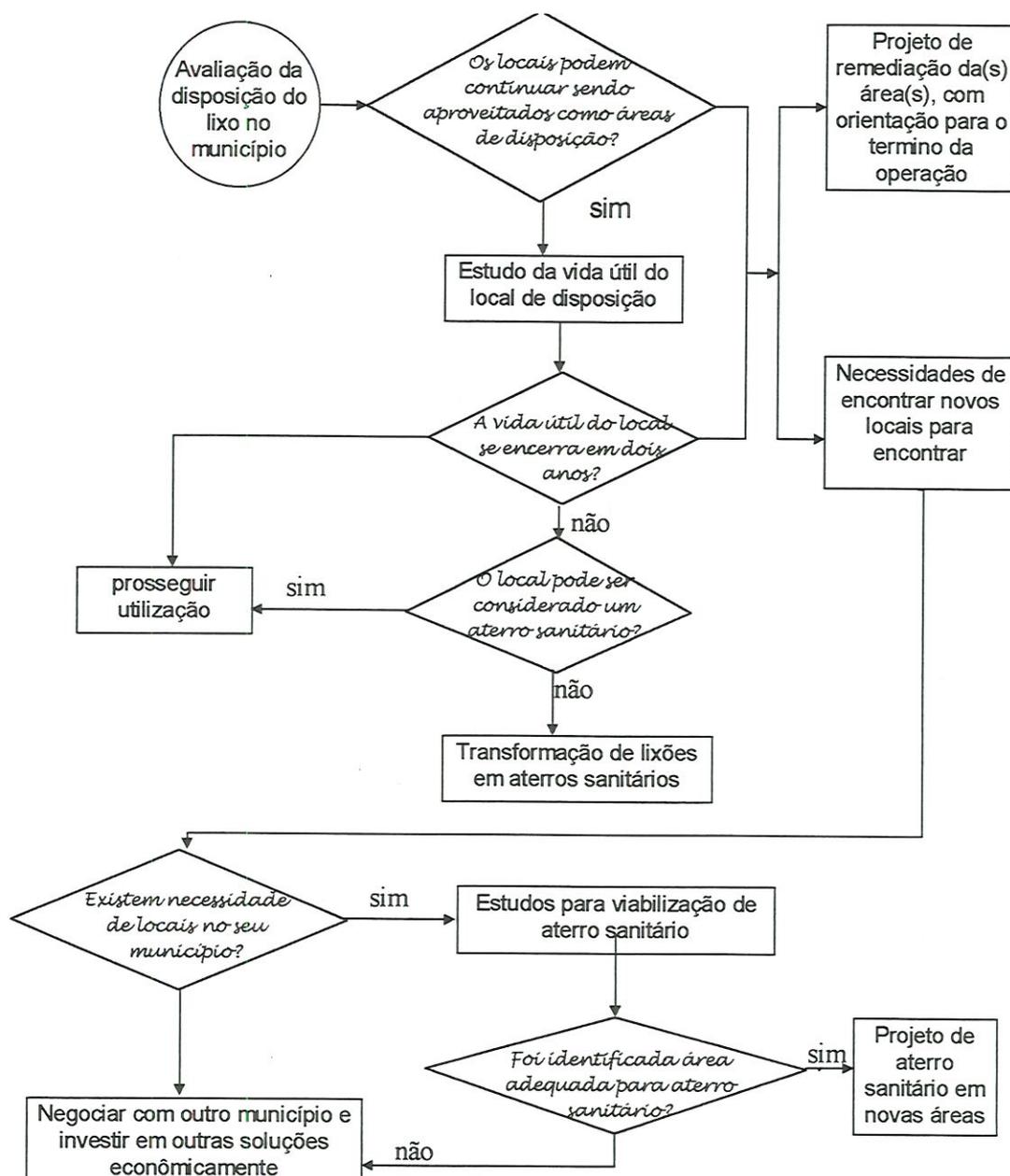


Figura 17 - diagrama de decisões sobre a disposição do lixo no município

4.4 Coleta

Para o JARDIM et al (1995, p44), a coleta é uma ação visível que impede o desenvolvimento de vetores que encontram alimento no lixo. Este serviço envolve os cidadãos, que devem acondicionar o lixo adequadamente e apresentá-los em dias, horários e locais preestabelecidos.

JARDIM et al (1995) enfatizam a importância de todo cidadão ser servido pela coleta; e a sua regularidade. Coloca também o que a norma brasileira NBR 12980, define sobre a coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos:

- coleta domiciliar ou convencional: coleta de lixo de residências, estabelecimentos comerciais e industriais cujo volume não ultrapasse o previsto em legislação municipal;
- coleta em feiras, praias, calçadas e demais equipamentos públicos;
- coleta de resíduos de serviços de saúde, englobando hospitais, ambulatórios, postos de saúde, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, etc.
- coleta especial: entulhos, animais mortos e podas de jardins. Poder ser regular ou programada;
- coleta seletiva: recolhimento de resíduos segregados na origem.

Para TCHOBANOGLIOUS (1993) a coleta não é apenas o recolhimento do lixo e dos materiais recicláveis, inclui-se, também, o transporte dos materiais até o local onde o veículo conclui seu percurso. Este local pode ser um equipamento de processamento de materiais, uma estação de transferência, um aterro. Em cidades pequenas, o carregamento não é problema, pela proximidade. Em cidades maiores, é um problema sério, pois as distâncias ultrapassam 24 quilômetros, o que implica no custo elevado do transporte.

No tabela abaixo, é.. mostrado um comparativo dos custos de coleta e disposição dos resíduos sólidos urbanos nos E.E.U.U. em 1990 e no ano 2000^a

Segundo LEME (1982, p250), a coleta consiste na remoção e transporte dos resíduos para o local onde o veículo de coleta é esvaziado; acrescenta que são dois os fatores que influenciam os sistemas de coleta:

- os tipos de acondicionamentos nas fontes geradoras;
- modo como eles se dispõem nos recipientes destinados a sua coleta.

Classifica os sistemas de coleta em dois tipos:

1. Sistema de coleta de recipientes estacionários;
2. Sistema de coleta de recipientes transportáveis.

Diz ainda, que o transporte dos resíduos coletados para o destino final pode ser feito:

- a) diretamente para o destino final , que pode ser um aterro, conforme mostra a figura 18.

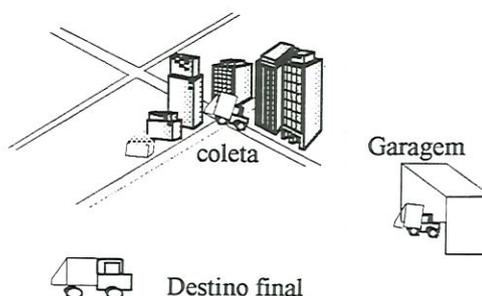


Figura 18 Esquema de sistema de coleta com transporte direto para a disposição final
Fonte: LEME (1982)

- b) em duas etapas, passando através de uma estação de transferência, onde as coletas efetuadas em caminhões de pequeno porte são transferidas para caminhões maiores que se encarregam de conduzi-las ao destino final, ver a Figura 19.



Figura 19 - Esquema do sistema de coleta com transporte intermediário para estação de transferência.
Fonte: LEME (1982)

FUZARO (1984), coloca que a coleta regular constitui-se numa das atividades mais importantes desenvolvidas pela administração municipal; esta importância é devida não só pelos altos custos operacionais dos equipamentos e do pessoal envolvidos, bem como pelo relacionamento direto com a população. Como técnico da Cetesb e em levantamentos realizados em todos os municípios do Estado de São Paulo e em outros pertencentes a outros Estados, observou que tanto equipamentos como os recursos humanos são alocados subjetivamente, tendo como referência o parecer dos encarregados dos serviços de limpeza urbana. Essas pessoas também transformam-se num verdadeiro cadastro vivo, conhecedoras

das rotinas de trabalho, do pessoal, dos equipamentos, horários e frequências. Na sua falta prolongada, todo o sistema pode entrar em colapso. Salienta que é necessário elaborar um projeto de coleta, composto por um memorial descritivo e plantas bastante objetivas, tendo sua validade ao propiciar o correto dimensionamento e utilização dos recursos, garantindo a continuidade da execução dos serviços.

Analisando os custos nacionais na TABELA 6, verifica-se que a coleta é responsável por quase 50%, correspondendo a um custo do serviço de US\$200,00/ano.domicílio, ou dependendo do número de containers e da periodicidade da coleta.

TABELA 6 - Quadro comparativo dos custos despendidos na coleta e disposição dos resíduos sólidos urbanos nos E.E.U.U. na década compreendida entre os anos 1990 e 2000.

	1990			2000 (estimada) ^b		
	baixo	médio	alto	baixo	médio	alto
Resíduos sólidos ^c , (ton x 10 ⁶ /ano)						
Coletado	149	190	238	149	196	257
Reciclado ^d	15	24	42	50	65	86
Total	164	214	280	199	261	343
Custos unitários (\$/ton)						
Coleta	20	50	200			
Reciclagem	60	100	400			
Disposição	15	40	200			
Custos Nacionais Totais (10 ⁶ dólares) ^f			Os custos futuros dependerão do desenvolvimento tecnológico e legislativo.			
Coleta	9,5					
Reciclagem	2,4					
Disposição	7,6					
Total	19,5					

a: adaptado parcialmente da U. S. EPA: The Solid Waste Dilemma: An Agenda for action - Background document. EPA/530-SW-88-054⁴, U.S. EPA Office of solid waste, Washington, DC, 1988.

b: Deduzido por assumir um crescimento populacional de 1% ao ano, um crescimento de 1%² na quantidade de resíduos gerados/pessoa.dia, e que no país inteiro conseguira atingir uma meta de 25%

c: Resíduo sólido municipal, exclusivo dos resíduos dos serviços municipais, lodos das estações de tratamento de esgoto, resíduos agrícolas e industriais.

d: Baseado nas taxas de reciclagem de 9,11 e 15% em 1990.

e: custo bruto, não inclui créditos pelos rendimentos da venda dos materiais recuperados.

f: Apenas o valor médio

Para JARDIM et al (1995, p45), o sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos abrange o transporte, em que considera que os equipamentos de coleta e transporte para pequenas comunidades podem empregar carretas rebocadas por microtrator ou motocicletas,

ou para locais de coleta em lugares de difícil acesso ou de grande circulação de pessoas, como centros comerciais e calçadas.

Existem basicamente dois tipos de carrocerias montadas sobre chassi:

- a) carrocerias sem compactação: veículos com carrocerias metálicas fechadas, construídas em forma de caixa retangular, com tampas corrediças abauladas, denominados "coletores convencionais tipo prefeitura", sua descarga se dá por basculamento; e
- b) Carrocerias com compactação: equipamentos montado sobre chassi de veículos, que compactam os resíduos, sua descarga, também dá-se por basculamento

4.4.1 Metodologias de coleta

A seguir, são apresentadas algumas metodologias de abordagem e tratamento da coleta, de autores que têm conhecimento de causa do problema e apontam para a solução.

Analisando que alguns autores abordam o tema de forma mais ou menos abrangente, será apresentado de forma seqüencial, procedimento único, oferecendo os recursos necessários e suficientes para a melhor análise da questão da coleta dos resíduos sólidos urbanos.

SENGÊS (1969, p38), dentro do contexto amplo dos métodos e sistemas da limpeza urbana, mostra que na coleta de lixo devem ser estudados cuidadosamente a frequência, horário, organização e as equações da coleta.

▪ Frequência da coleta

JARDIM (1995, p48), explica que a frequência de coleta é o tempo decorrido entre duas coletas consecutivas num mesmo local ou numa mesma zona. Podendo ser diária, exceto aos domingos e feriados; em dias alternados, com folga aos domingos.

Método recomendado por SENGÊS

SENGÊS (1969), considera que é um dos problemas que mais afeta diretamente a população brasileira, analisa que uma das formas de se determinar a frequência é pelo tempo necessário à fermentação e putrefação dos resíduos alimentares, desta forma preconiza ser necessário uma frequência de coleta diária ou alternada. Afirma também, que o trabalho de coleta, uma vez instituído deve ter atendimento perfeito, pois caso contrário induzem à população a lançar os resíduos em terrenos baldios, ou na via pública. Recomenda que os resíduos de supermercados, hotéis e restaurantes devem ser removidos diariamente e nas primeiras horas da manhã, evitando congestionamentos nos horários de maior movimentação comercial.

▪ Quanto aos horários de coleta, é notório a falta de regularidade, seja em função da ocorrência de chuvas, ausência de funcionários por motivos de licença de saúde, manutenção corretiva dos veículos. Para SENGÊS (1969 p39) o serviço depende essencialmente da frota de veículos disponíveis, e diretamente da condição financeira da municipalidade. Considera como situação ideal a coleta ser realizada entre as 6:00 e 10:00 horas da manhã, e a guarnição apresenta-se após o término da coleta para realizar trabalhos de limpeza em logradouros, até o fim da jornada de trabalho. Ao mesmo tempo pondera, que no Brasil, isto não é possível, pois implica em realizar altos investimentos para se ter uma frota que consiga realizar a coleta. Por este motivo, a duração da coleta usa um prazo de 6 a 18 horas. Valida também qualquer critério escolhido para qualquer horário, desde que seja comunicado à população e seja cumprido. Horários noturnos têm a vantagem de agilizar os trabalhos de coleta, permite maior produtividade dos veículos de coleta, através de maior velocidade média, pela não interferência do tráfego, conseqüentemente diminui a frota de veículos; porém onde são utilizados vasilhames há o roubo destes, excesso de ruído nas zonas residenciais, dificuldade de acesso às lixeiras dos edifícios pelo fechamento dos portões, na zona comercial a permanência dos vasilhames durante a noite atrai cães que promovem a derrubada destes, trajeto por vias estreitas, não pavimentadas pode contribuir para aumentar o risco de acidentes e deixar de coletar pela não visibilidade dos recipientes ou sacos, aumenta a parcela de encargos sociais e trabalhistas incidentes na folha de salário do pessoal de coleta, os veículos utilizados em dois turnos eleva o desgaste e dificulta a disponibilidade para manutenção preventiva.

▪ Quanto a organização da coleta, objetiva um perfeito atendimento e máxima economia, tanto no material rodante, como na mão de obra empregada, sendo necessário realizar um estudo preliminar rigoroso, determinando com a maior precisão possível, dados que serão aplicados a equações matemáticas. Recomenda-se pesquisar:

- 1º população levantada em censo demográfico;
- 2º fluxo diário de habitantes de um município para outro, no caso de parte da população exercer atividades em outro município;
- 3º produção máxima diária de lixo por habitante efetivo;
- 4º determinação precisa da área a ser coletada, com definição de logradouros, sua extensão, distribuição de domicílios por metro linear de logradouro e caracterização do tipo de domicílio: residencial, comercial ou industrial;
- 5º determinação da distância do centro de gravidade da região a ser coletada ao local de vazamento - ponto de transbordo, aterro ou usina;

- 6º identificação dos tipos de veículos disponíveis para coleta, com capacidade de carga, velocidade de transporte e consumo;
- 7º determinação do peso específico aparente úmido do lixo a ser coletado;
- 8º determinação da capacidade humana de coleta e equipe ótima de trabalho em função do tipo de veículo a ser empregado;
- 9º determinação do horário de trabalho a ser estabelecido;
- 10º determinação da frequência de coleta a ser estabelecida, considerando-se as condições de higiene, técnicas e econômicas.

▪ Com os dados obtidos no item anterior, SENGÊS (1969), utiliza as equações de Antoine Joulot, considerando inicialmente:

Q: quantidade máxima de lixo a coletar em um dia, avaliada em toneladas;

L: comprimento de ruas a servir, em quilômetros;

D: distância média do centro de gravidade da cidade ao ponto de vazamento dos veículos, considera coincidir com o centro de gravidade do lixo a coletar;

T: tempo utilizado para a coleta completa, em horas;

N: número de veículos utilizados simultaneamente, supostos todos idênticos;

c: carga útil de cada veículo, em toneladas;

n: número de viagens de cada veículo;

m: número de viagens do total de veículos.

Considerando-se que todos os veículos perfazem o mesmo número de viagens, sendo:

$$m = N.n \quad (1)$$

assim:

densidade média do lixo por quilômetro:

$$d = \frac{Q}{L} \quad (2)$$

l: velocidade média de coleta, em quilômetros/hora;

t': tempo perdido, consumido na viagem do veículo cheio, ao ponto de descarga e sua volta, para um novo recolhimento;

v: velocidade de transporte, quando esta é conhecida, pelas características conhecidas do veículo, pode se calcular t'

$$t' = \frac{2d}{v} + t'' \quad (3)$$

onde t'': é o tempo perdido na descarga

O tempo total necessário para a um veículo para fazer uma viagem é expresso pela relação:

$$\frac{L}{ml} + t' = \frac{T}{n} \quad (1)$$

sabendo que:

$$Q = m.c = N.n.c \quad (2)$$

Tendo como variáveis N, c, n, m, T; fixando duas para determinar as outras três, neste caso T e c:

$$m = \frac{Q}{c}$$

$$n = \frac{Q.T}{L.c + Q.T'} \quad (6)$$

$$N = \frac{m}{n}$$

Método recomendado por LEME

LEME (1982), também expõe que o objetivo de analisar os sistemas de coleta é para estabelecer os requisitos de trabalho de veículos para vários métodos e sistemas de coleta, determinando-se a unidade de tempo exigida para a execução da tarefa. Isto é possível separando-se as atividades de coleta com as operações unitárias, estabelecendo dados e relacionamentos de projeto que podem ser utilizados de um modo geral com as atividades relacionadas ou controladas pelas situações particulares.

Para melhor esclarecimento apresenta-se a forma de análise utilizada por LEME (1982), para um sistema de recipientes estacionários, com coleta manual, que é o caso da cidade de Pato Branco e da maioria das cidades brasileiras.

As operações parciais podem ser caracterizadas pelos tempos consumidos na sua realização, que são passíveis de serem correlacionados.

Para sistemas de coleta mecanizada, estabelece os seguintes parâmetros:

- T: tempo total, expresso em horas/viagem, gasto em cada viagem;
- t_c : tempo em horas/viagem despendida no carregamento do veículo de coleta, desde a parada do veículo para receber os resíduos do primeiro recipiente de coleta até o fim da descarga no veículo do último recipiente a coletar;
- t_v : tempo em horas/viagem, consumido no deslocamento do veículo de coleta, desde o ponto onde foi descarregado o último recipiente da rota a efetuar até a estação de transferência ou local de disposição final, acrescido do tempo gasto no retorno do veículo até o local onde se encontra o primeiro recipiente da rota seguinte;
- t_d : tempo em horas/viagem consumidas na estação de transferência ou no local de disposição final para a descarga do veículo de coleta, acrescido do tempo de espera para a descarga;

- r : valor correspondente ao tempo morto ou tempo perdido fora da operação da coleta, que sofre influência dos seguintes tempos:
 - * tempo gasto no controle de saída e chegada do veículo à garagem ,
 - * tempo consumido no deslocamento do veículo, desde a garagem até o local do primeiro recipiente a coletar, acrescido do gasto desde a estação de transferência até a garagem , depois que foi descarregado o veículo na última rota diária;
 - * tempo perdido devido a congestionamento de trânsito inevitável durante os deslocamentos realizados pelo veículo;
 - * tempo perdido em reparos e manutenção de equipamentos exigidos periódica e excepcionalmente durante as viagens.

A relação entre os tempos é:

$$T = \frac{t_c + t_v + t_d}{1 - r} \quad (3)$$

O tempo despendido carregando o veículo pode ser avaliado pela expressão

$$t_c = n t_c' + (N - 1) t_v' \quad (4)$$

onde:

t_c' = tempo médio expresso em horas/recipiente, gasto na coleta de cada recipiente de coleta;

n = número de recipientes de coleta esvaziados em cada viagem

N = número de locais da coleta de recipientes em cada viagem

t_v' = tempo médio, em horas, despendidos nos deslocamentos do veículo, entre os locais em que se encontram os recipientes.

Em função da análise de dados de t_v , em função das velocidades e distâncias percorridas pelos veículos de coleta, foi desenvolvida a equação empírica

$$t_v = a + b x \quad (5)$$

Onde:

a : constante, horas/viagem

b : constante, horas por milha

A representação gráfica decorrente de dados aplicados à equação (7) é mostrada na figura abaixo, na qual se acham indicados valores para a e b .

A equação (7) foi substituída na equação (9), resultando na equação:

$$T = \frac{t_c + t_d + a + b x}{1 - r} \quad (6)$$

Apresenta, também a equação

$$n = \frac{Vk}{vk'} \quad (11)$$

que determina o número de recipientes que podem ser esvaziados por coleta (n), relacionado diretamente ao volume do veículo de coleta e a razão k, da proporção de compactação:

V = volume do veículo de coleta, em m³/viagem;

k = razão da proporção de compactação assegurada pelo veículo de compactação;

v = volume do recipiente de coleta, em m³/recipiente;

k' = fator de utilização em peso do recipiente da coleta, expresso em %.

Outra equação para determinar o número de viagens que devem ser realizadas por semana:

$$N_s = \frac{V_s}{Vk} \quad (12)$$

N_s = número de viagens/semana;

V_s = volume de coleta, referente a uma semana de trabalho

O tempo exigido para a efetivação da coleta durante uma semana é expresso pela $T_s = [N_s \cdot t_c + t_s(t_d + a + bx)] \div [(1-r)H]$ (13)

t_s = valor de N_s aproximado para o número inteiro imediatamente superior, o qual considera o fato de que, mesmo quando o caminhão na última viagem tenha sido parcialmente carregado, uma viagem terá de ser feita para o local da disposição final.

H = tempo expresso em horas de um dia de trabalho. Em aplicações em que o número inteiro de viagens não tenha sido feito ou que descarregamentos parciais não tenham sido realizados, deve empregar-se a equação (7) para dois ou três veículos de tamanhos diferentes e o veículo a ser empregado deve ser o que resultar num menor período de trabalho.

Recomenda ainda, que quando se tiver de fazer um número inteiro de viagens por dia, a combinação apropriada do número de viagens diárias e o tamanho do caminhão pode ser determinada empregando-se a equação

$$H = \frac{N_d}{1-r} (t_c + t_d + a + bx) \quad (14)$$

onde:

N_d = número de viagens de coleta efetuadas por dia.

Propõe que, para determinar o volume necessário do caminhão, deve-se substituir dois ou três valores para N_d na equação (14), determinando-se os t_c correspondentes e



verificando-se por tentativa nas equações (11) e (12) o volume exigido para cada valor de N_d .

Das capacidades dos disponíveis devem-se selecionar aqueles que compreendem mais aproximadamente aos valores computados. Se as capacidades dos veículos forem inferiores aos valores necessários, deve-se avaliar o tempo real exigido por dia para estes veículos.

Outra recomendação que LEME (1982) faz: depois de determinar as exigências de trabalho para cada relação entre a capacidade do veículo e o número de viagens diárias, efetua-se uma comparação econômica, selecionando-se a que for viável economicamente.

Método recomendado por FUZARO

FUZARO (1984), desenvolve o projeto, nas seguintes etapas:

1. levantamento das informações sobre a localidade e da estrutura dos serviços existentes;
 - crescimento populacional, informações sobre a taxa e direção de crescimento da cidade;
 - localização da cidade, com relação às condições climáticas, em virtude da sua posição geográfica (litoral, altitude elevada, temperaturas médias acima de 25°C, etc.)
 - atividade principal: cidade turística, município onde predominam as atividades agropecuárias, ou de mineração, ou industrial, etc.)
 - frequência e horário de coleta: informações sobre as áreas da cidade que exigem coleta diária, alternada, diurna, noturna, horários mais propícios para a realização da coleta em áreas de atividade definida como as ruas comerciais, calçadões, áreas de lazer, etc.
 - detalhes do traçado da cidade: observar todos os elementos que podem influenciar todos os elementos que podem influenciar no traçado dos roteiros de coleta ou de alguma forma interferir na execução dessa atividade (ferrovias, rios, pontes e ruas que merecem tratamento especial, como os chamados calçadões, ou ruas que apresentam problemas sérios com iluminação, declividade, etc.)

Quanto à estrutura dos serviços existentes:

- salários: verificar se os salários pagos estão situados em faixas muito baixas, não competitivas de mercado, para um possível reenquadramento;
- horas extras: caso não seja possível, para redução de gastos, dimensionar com folga suficiente para os dias de pico;
- hábitos: observar hábitos de início e término da jornada de trabalho, horário e local para as refeições, locais e sistemas de controle de frequência, sistemas de trabalho, etc.;
- equipamentos: informações detalhadas e seguras sobre as quantidades, tipos, modelos, estado de conservação dos equipamentos (manutenção preventiva e corretiva e o sistema



adotado, existência de sistema de socorro de campo, bem como outros serviços que possam afetar o desempenho dos equipamentos);

- recursos financeiros: o horário e a frequência de execução dos serviços devem ser adaptadas aos recursos disponíveis, caso possam ser feitas aquisições levar em consideração as características técnicas do equipamento, a adequação dos diversos tipos e modelos conforme dimensionamento, assistência técnica e manutenção, além do preço.

2. avaliação dos tempos e distâncias envolvidas na coleta

O objetivo é conseguir os tempos gastos e as distâncias percorridas em cada uma das operações envolvidas na coleta regular. Para obtenção destes dados, o autor apresenta planilha específica no Anexo A, como pode ser vista abaixo, que deve ser preenchida diariamente durante o período mínimo de uma semana, pelo próprio motorista do veículo coletor.

Da planilha podem ser extraídos os seguintes elementos:

$$\text{- tempo de coleta} = t_c = t_3 - t_2 \quad (15)$$

$$\text{- distância de coleta} = d_c = d_3 - d_2 \quad (16)$$

$$\text{- tempo de percurso} = t_p = (t_2 - t_1) + (t_4 - t_3) + (t_5 - t_4) + (t_6 - t_5) + (t_7 - t_6) + (t_8 - t_7) \quad (17)$$

$$\text{- distância de percurso} = d_p = (d_2 - d_1) + (d_4 - d_3) + (d_5 - d_4) + (d_6 - d_5) + (d_7 - d_6) + (d_8 - d_7) \quad (18)$$

$$\text{- produção de lixo por quilômetro} = \text{peso líquido: } d_c$$

$$\text{- velocidade de coleta} = d_c + t_c \quad (19)$$

$$\text{- velocidade de percurso} = d_p + t_p \quad (20)$$

$$\text{- tempo total} = t_c + t_p \quad (21)$$

$$\text{- distância total} = d_c + d_p \quad (22)$$

os tempos deverão ser calculados em horas e as distâncias em quilômetros.

A metodologia para a realização do projeto segue a seqüência abaixo:

1. obter uma planta na escala 1:10 000, atualizada, com a localização de todas as instalações envolvidas pela coleta, como: garagem, balança, local de destinação final, etc.;
2. delimitar nessa planta a área da cidade a ser coletada;
3. dentro de uma área a ser coletada, demarcar as regiões de acordo com a frequência e horários exigidos para a coleta. Esta frequência é obtida na fase de levantamento de dados;
4. localizar as instalações que devido à quantidade ou características dos resíduos gerados, necessitam de tratamento individualizado;

5. localizar as ruas que merecem tratamento especial, como os calçadões, aclives muito acentuados, locais de feiras-livres, etc.;
6. localizar as mãos de direção de trânsito;
7. para cada região, medir em planta a extensão das ruas a coletar;
8. selecionar os veículos que serão utilizados na coleta e os que ficarão como reservas. No caso de aquisição de veículos, definir as características dos novos equipamentos;
9. dimensionar os setores de coleta iniciando os cálculos pelas áreas de coleta diária - noturna e diurna, passando para os de coleta alternada - noturna e diurna. Os cálculos devem seguir o seguinte roteiro:
 - estimativa do número de viagens necessárias:

$$n = \text{lixo produzido na área} + (0,8 \times \text{capacidade nominal do veículo})$$

- cálculo do tempo disponível para coleta

$$t_u = t - n(t_1 + t_2 + t_3) \quad (23)$$

onde,

- n = número de viagens
- t_u = tempo útil ou disponível em horas
- t = jornada de trabalho em horas
- t_1 = tempo gasto na descarga do veículo em horas
- t_2 = tempo gasto em percursos em horas
- t_3 = tempo perdido em paradas diversas em horas

Nota: os cálculos de t_1 , t_2 e t_3 são realizados como se o veículo realizasse uma única viagem

- cálculo da distância que o veículo consegue percorrer com esse tempo disponível

$$d_c = t_u \times v_c \quad (24)$$

onde,

- d_c = distância de coleta
- v_c = velocidade média em horas

- cálculo do coeficiente k_1

$$k_1 = (d_t - d_c) + d_c \quad (25)$$

nota: as dimensões d_t e d_c são obtidas selecionando-se dentro da área em estudo numa porção da mesma que apresente um traçado de ruas que a caracterize perfeitamente. Em seguida, traça-se um roteiro de coleta abrangendo toda a porção selecionada. Mede-se em planta a extensão das ruas contidas na porção - d_c , bem como a distância percorrida, acompanhando-se o roteiro de coleta - d_t

- cálculo da distância percorrida pelo veículo em manobras dentro da área de coleta:

$$d_m = d_c \times k_1 \quad (26)$$

- cálculo do tempo gasto em manobras

$$t_m = (2 \times d_m) + v_p \quad (27)$$

onde, v_p = velocidade de percurso, em km/h, obtida na planilha 2 do Anexo B .

- Cálculo do tempo disponível para coleta

$$t'_u = t_u - t_m \quad (28)$$

- cálculo da nova distância de coleta

$$d'_c = t'_u \times v_c \quad (29)$$

- cálculo da produção de lixo por quilômetro de rua

c = lixo produzido na área: extensão de ruas a coletar

- cálculo da distância a ser percorrida pelo veículo para completar a sua capacidade de carga

$$d'' = c_v + (k_2 \times c) \quad (30)$$

onde,

C_v = 0,8 x capacidade nominal do veículo em kg

c = produção de lixo por quilômetro de rua em kg/km

k_2 = coeficiente de correção para o número de dias de acúmulo de lixo na área

nota: o coeficiente k_2 tem por função corrigir a quantidade de lixo produzida por quilômetro de rua devido ao acúmulo causado pela coleta alternada. Sempre que possível, deve-se obter esse valor de em campo, utilizando-se para tanto os resultados de pesagens realizadas em áreas de coleta alternada já existentes na localidade em estudo. Na falta de valores obtidos em campo, adotar os seguintes:

- coleta diária

- $k_2 = 2$ quando permitida a realização de horas extras nos dias de grande produção

- coleta 3 vezes por semana

- $k_2 = 2,5$ quando o horário é rígido não sendo permitido ultrapassar o número de horas previstas pelo jornada de trabalho.

nota: o valor da distância de coleta a ser adotado é sempre menor entre d'_c e d''_c , ou seja, o que impõe maiores restrições ao sistema

- ✓ avaliação do sistema pode ser realizada através da relação

$$\frac{d''_c}{d'_c} \quad (31)$$

d''_c , representa a distância que o veículo consegue percorrer até que seja esgotada a sua capacidade de carregamento e ,

d'_c representa a distância que o mesmo veículo consegue percorrer com o tempo que tem disponível. Na realidade, estão sendo comparados a capacidade do veículo, o tempo disponível e a produção de lixo na área a ser coletada. A perfeita harmonia entre estes elementos garante o integral aproveitamento do veículo. O ideal seria utilizar-se um veículo cuja carga se completasse exatamente no último instante de tempo disponível, guardados os coeficientes de segurança. Visto ser difícil de se conseguir esta condição, é necessário realizar algumas alterações nos elementos de forma a conseguir o mesmo resultado, conforme FUZARO estabelece abaixo:

$$* \frac{d''_c}{d'_c} < 1$$

então $d''_c < d'_c$, isto é, há sobra no tempo disponível para o veículo, ou seja, a capacidade de carga é completada antes de se esgotar o tempo, ocorre em áreas onde a velocidade de coleta é muito lenta e grande produção de lixo por quilômetro. Podendo-se utilizar um veículo de maior capacidade de carga ou aumentar o número de viagens, que é mais indicado.

$$* \frac{d''_c}{d'_c} = 1$$

$d''_c = d'_c$, é o esperado entre o capacidade do veículo e o tempo disponível, dentro das condições de estudo o veículo é plenamente utilizado

$$* \frac{d''_c}{d'_c} > 1$$

$d''_c > d'_c$, é a condição onde há pouco tempo disponível para a coleta, ou melhor, o veículo é obrigado percorrer grandes distâncias para completar a sua carga. Ocorre em áreas onde a produção de lixo é baixa por quilômetro, o que se agrava quando há um aumento do tempo gasto em percursos, podendo ser utilizado um veículo de capacidade menor.

Método recomendado por JARDIM et al (1995)

Quando se pretende avaliar o desempenho operacional do serviço de coleta domiciliar, faz-se necessário efetuar a tarefa de dimensionar e programar a coleta, que estão relacionados à estimativa dos recursos necessários (tipos de veículos e equipamentos, frota, pessoal) e à forma como o serviço será executado (frequências, horários, roteiros, itinerários,

pontos de destinação), JARDIM et al (1995). A metodologia para o dimensionamento da coleta, segue as etapas mostradas abaixo:

Etapa 1: estimativa do volume de lixo a ser coletado.

Esta etapa pode ser feita de duas formas alternativas:

- monitoramento da totalidade do serviço existente, onde todos os veículos carregados com os resíduos coletados durante o dia são pesados, possibilitando a determinação do peso total de lixo coletado num único dia; no caso da coleta ser realizada diariamente, proceder a determinação do peso durante vários dias; se a coleta é realizada de forma alternada, pesar os caminhões e dividir o total pelo número de dias.
- monitoramento da coleta por amostragem, determinando inicialmente os roteiros representativos de regiões com produção homogênea de resíduos, geografia e do tipo de uso e ocupação do solo; dividindo assim a cidade em regiões homogêneas, incluir número de habitantes, das áreas monitoradas, como das regiões homogêneas; pesar os veículos correspondentes aos roteiros selecionados. Para melhorar a qualidade dos resultados obtidos, podem ser considerados a frequência de coleta e a pesquisa em datas diferentes.

O autor ressalta que as duas alternativas apresentam imprecisões, em função da variação do volume *per capita* de lixo gerado diariamente.

Etapa 2 – Definição das frequências de coleta

Os fatores que influenciam na determinação da frequência de coleta são: restrição econômica, quantidade de lixo gerado, fluxo de pessoas, densidade populacional ou geração de *lixo per capita*.

Etapa 3 - Definições dos horários de coleta domiciliar

Pode ser realizada tanto no período diurno, quanto no período noturno, dependendo do porte e características da cidade

Etapa 4 - Metodologia para o dimensionamento da frota dos serviços da coleta

JARDIM et al (1995), recomenda seguir os seguintes passos:

1. Levantamento e coleta de dados :
 - obter mapa geral do município, cadastral ou semicadastral (escala 1:5000 ou 1:10000);
 - veículos disponíveis, da frota e respectivas capacidades, quando não se tratar de dimensionamento de um novo serviço.
2. Localização de pontos importantes para a coleta:
 - Localizar no mapa pontos como: garagens de veículos, pontos de descarga, grandes centros geradores de lixo, calçadões, etc.

3. Determinação do volume e peso específico a ser coletado.
4. Definição dos setores de coleta. A cidade deve ser subdividida em setores que representem regiões homogêneas em termos de geração de lixo *per capita*.
 - um setor de coleta é composto por um conjunto de itinerários, os setores podem ser agrupados em seções ou regionais, dependendo de fatores administrativos e operacionais;
 - para cada setor de coleta devem ser definidos uma frequência e um horário de coleta;
 - cada setor de coleta pode necessitar de um ou mais veículos trabalhando simultaneamente em diferentes roteiros de coleta.
5. Estimativa da quantidade total de lixo por setor:
 - Pode ser feito pela monitoramento da totalidade do serviço existente ou pelo monitoramento seletivo por amostragem, conforme descrito supra,
 - Estimar número de habitantes de cada setor.
6. Estimativa dos parâmetros operacionais por setor:
 - Distância entre a garagem da empresa e o setor de coleta (D_g), em km;
 - Distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga da coleta, quer seja ponto de destinação final ou uma estação de transferência (D_d), em km;
 - Extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, obtida através da soma da extensão de cada uma das vias pertencentes ao setor de coleta (L), em quilômetros;
 - Velocidade média de coleta, preferencialmente medir em roteiros de coleta existentes (V_c), dependendo do sistema viário esta velocidade varia entre 4 e 6,5 km/h;
 - Velocidade média dos veículos nos percursos entre a garagem e o setor, e entre o setor e o ponto de descarga e vice-versa, deve ser medida em campo, podendo variar entre 15 e 30 km/h, dependendo das condições locais de trânsito, do veículo estar ou não carregado, etc.
7. Dimensionamento da frota necessária para cada setor

A frota necessária em cada setor (N_s), pode ser estimada a partir da seguinte fórmula:

$$N_s = (1/J) \{ (L/V_c) + 2 (D_g/V_t) + 2 [(D_d/V_t) (1/J) (Q/C)] \} \quad (32)$$

Onde:

Q: quantidade total de lixo a ser coletado no setor, em toneladas (t), ou em metros cúbicos (m^3)

C: capacidade dos veículos de coleta, em toneladas (t), ou em metros cúbicos (m^3)

É conveniente considerar a geração de lixo de dias normais e coletar, através de horas extras, o eventual excesso gerado.

8 Cálculo da frota total necessária

Após determinação do número de veículos em cada setor e a frequência da coleta, correspondendo a maior frota dentre os dias da semana..

Etapa 5 - Definição dos itinerários de coleta

Dá-se a partir dos seguintes critérios:

Início e término da coleta próximo a garagem; coleta em sentido descendente em ruas com declive acentuado; percurso contínuo nos dois lados da rua, porém em vias muito movimentadas é necessário coletar um lado de cada vez, evitando que a guarnição atravesse as vias.

4.5 Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares

Todo processo de gerenciamento de resíduos inicia-se pelo conhecimento de suas características, vinculado a critérios de classificação a serem utilizados, em função do estudo de alternativas a serem adotadas.

Entende-se por caracterização dos resíduos o ato de individualizar elementos que compõem amostras selecionadas de resíduos. Neste estudo busca-se, além de individualizar os elementos, a quantificação dos mesmos, resultando em dados que permitirão ter uma visão concreta da magnitude do problema gerado pelos resíduos sólidos, facilitando a escolha de alternativas para o correto tratamento do problema e do bom gerenciamento.

Para mostrar a necessidade e importância da caracterização, a seguir expõem-se opiniões de alguns autores que utilizam este procedimento para apresentar alternativas para o gerenciamento de resíduos.

4.5.1 Importância da caracterização física dos resíduos sólidos urbanos

Para SALINAS (1993) a composição física também é útil para auxiliar no controle sobre a presença e o impacto dos diferentes elementos no ambiente.

ANDRADE (1997, p39) também alerta sobre a escassez dos dados referentes à composição gravimétrica dos resíduos sólidos de serviços de saúde e em especial no Brasil.

Na sua dissertação de mestrado GOMES (1989), enfatiza a importância de se conhecerem as características físicas dos resíduos sólidos urbanos da cidade de São Carlos, que pela heterogeneidade torna-se uma tarefa árdua, mas de primordial importância para

qualquer projeto na área de resíduos sólidos. Afirma ainda que as quantidades dos componentes do lixo variam e razão dos hábitos e padrões de vida da cidade, mudanças na política econômica de um país, programas de pré-seleção existente, sendo necessário estudar estas características de população, levantar a história da cidade e da população, localização geográfica, economia, dados migratórios, etnia, estabelecimentos comerciais, industriais, educacionais; agropecuária, demografia, deduzindo as percentagens por categorias de atividades e de estabelecimentos.

SALVATO (1992), escreve que as estimativas, tanto de taxas de produção per capita das comunidades deveriam ser estudadas individualmente e atualizações devem ser feitas para obterem-se informações representativas. O volume ocupado pelos resíduos sólidos urbanos, sob certas condições, determina o número e tamanho ou tipo de recipientes para o lixo, coleta, veículos e estações de transferência. Sistemas de transporte e características do solo para disposição são também afetados.

TCHOBANOGLIOUS et al (1993, p7), manifestam que para descrever as características das diferentes classes de resíduos e para dirigir a atenção para o fato, se um método de controle e de registro das quantidades manejadas é mantido por várias cidades, então os dados e a informação obtidos concretizariam um avanço real para a disposição sanitária dos resíduos, assim sobrecarregaria de maneira uniforme a parte financeira de cada cidade, e as comparações diretas e as conclusões corretas poderiam ser feitas para benefício umas das outras.

SCHALCH & LEITE (1995, p7), entendem ser a caracterização dos resíduos sólidos, o passo inicial para implantar um projeto eficiente e seguro sanitariamente. De posse dos componentes encontra-se a melhor solução para seu destino final. Consideram ainda ser necessário estudar individualmente para cada cidade o tipo de resíduo produzido.

Segundo ANDRADE (1997, p38), referindo-se à proposta de metodologia para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, direcionada para a minimização e recuperação dos resíduos, a determinação das características físicas é o primeiro passo fundamental.

PINTO et al (1979, p7) ratificam que o conhecimento da produção e constituição dos resíduos, bem como as características dos resíduos sólidos coletados ou que potencialmente poderiam ser produzidos, é fator fundamental para a orientação e planejamento de métodos e sistemas de acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos das comunidades humanas. Torna-se imprescindível determinar a composição quantitativa e qualitativa (físicos, químicos, etc.). Enfatiza que a apuração criteriosa destes parâmetros propicia ao técnico especializado a condição necessária e suficiente, para proporcionar à

problemática do lixo, o enfoque técnico-científico mais adequado e apontar soluções mais convenientes, viáveis e realistas que os grandes centros metropolitanos modernos exigem.

SAKURAI (1983, p1) também enfatiza o conhecimento da quantidade, características e composição dos resíduos de uma cidade, é fator fundamental para o projeto e operação satisfatória das instalações de tratamento e métodos eliminatórios gerais. E que os volumes de produção e características dos resíduos são muito variáveis, em cada cidade e país, em função dos diferentes hábitos e costumes, atividades predominantes, do clima, das estações do ano, e outras condições locais modificáveis com o tempo.

PINTO et-al. (1979) os classificam pela fonte geradora como domiciliares, são todos os tipos produzidos nas casas ou apartamentos residenciais; comercial, provenientes de edificações destinadas ao comércio em geral; industrial, todos os subprodutos sólidos e semi-sólidos que resultam das atividades industriais; público (ou de logradouro), resultante de capinações, varrições de ruas, praças, feiras e mercados; e especial, são os resíduos que não são removidos pela coleta regular, em virtude do seu volume, peso, risco de contaminação, possível valor residual ou que requer cuidados especiais.

PINTO et al. (1979), expõem que a operação criteriosa da composição qualitativa e quantitativa do lixo, propicia ao técnico especializado as condições necessárias e suficientes, para proporcionar à problemática do lixo o enfoque técnico-científico mais adequado e apontar as soluções mais convenientes, viáveis e realísticas.

Para o MINISTÉRIO DE SANIDAD, EDUCACIÓN Y BIENESTAR DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA (1976), as variações, na quantidade dos resíduos, refletem as influências das condições climáticas, das estações do ano; a topografia, regulamentações municipais sobre a coleta; hábitos de consumo; da capacidade do serviço de limpeza pública, entre outros.

À falta de estudos e pesquisas na maioria das cidades brasileiras, para conhecer as características do lixo, relacionados com as características culturais, sociais, climáticas, topográficas e econômicas, ANDRADE (1979), permite que os resíduos sejam tratados por vários setores, e cada setor da administração municipal, seja do parque de máquinas ou da coleta ou outros, o faça de acordo com suas atividades específicas, isoladamente, fora da visão do gerenciamento integrado, aumentando, com tudo isto, os custos.

4.5.2 Métodos de caracterização de resíduos sólidos

SARTORI (1995), compilou vários métodos de caracterização de resíduos sólidos urbanos, como foi mostrado no item 4.2.5, mostrando a inexistência de métodos padronizados, o que vem dificultar a análise comparativa dos resultados.

Porém, cada estudo decorre da necessidade de resolverem-se problemas, quando são estabelecidos critérios para a caracterização e classificação dos resíduos.

Quando se pretende chegar ao conhecimento da magnitude do problema e das alternativas para solucioná-lo, através da caracterização dos resíduos sólidos urbanos, de forma geral, ainda que os resultados obtidos não deixem claro quais foram os parâmetros considerados e inseridos na coleta dos dados, servem de referência para uma análise comparativa.

Na TABELA 7, SARTORI (1995), mostra os fatores que influenciam a adoção dos diferentes critérios encontrados para a classificação dos resíduos sólidos urbanos.

TABELA 7- Critérios de classificação de lixo e respectivas classes

Fator	Parâmetros
Econômico	Poder aquisitivo, renda "per capita", padrão de vida;
Geográfico	Clima, características da cidade, estação do ano, localização geográfica;
Histórico	Política econômica, situação político-social (guerra, economia), grau ou estágio de industrialização e de desenvolvimento;
Operacional	Área relativa de produção de lixo, disciplina e controle nos pontos de produção, coleta (tipo, eficiência, equipamentos e frequência), leis e regulamentos, população (número de habitantes), sazonalidade da produção de lixo, distâncias e tempos de transporte;
Social	Atitudes, costumes e hábitos da população (hábitos alimentares, uso de tratamentos domiciliares, atividade de catação), nível educacional, percepção ambiental, representatividade social, organização política;
Urbano	Funções urbanas, infra-estrutura urbana, natureza da comunidade, densidade demográfica.

Fonte: SARTORI (1995)

Método elaborado pelo Institute of Solid Waste, órgão da American Public Works Association (APWA)

SAKURAI (1983, p2-11) propõe alternativas ao método da APWA

Amostragens

- na fonte, considera: atividades dominantes, vias arteriais, setorização da coleta (pelo menos uma zona comercial; 3 zonas residenciais, uma zona residencial renda baixa,

uma zona residencial renda média e uma zona residencial renda alta; número de casas, número de edifícios e número de habitantes);

- nas ruas (ver Figura 20);
- nos caminhões coletores

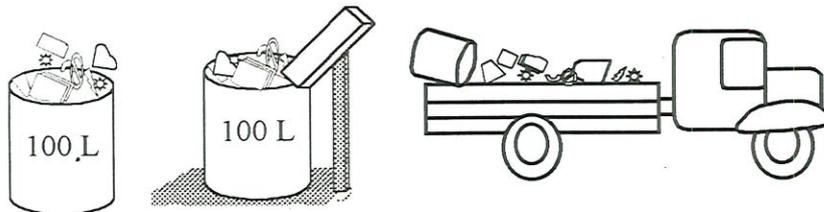


Figura 20 - Método de caracterização nas ruas utilizando tambor ou recipiente com capacidade de 100 litros.

- Na amostragem nas ruas:
 - tomar amostras dos recipientes, no ponto da sua produção, dentro do qual o lixo amostrado deve ser colocado sem pressão e sem vazios;
 - após completado o volume do tambor, deve ser pesado, o valor obtido anotado;
 - volume de 100 litros de lixo devem ser despejados dentro da carroceria aberta de um caminhão, para análise das características físicas
- A amostragem nos caminhões coletores é realizada, quando da chegada dos caminhões no destino final, procedendo-se da seguinte forma:
 - Pesagem de todas as cargas do setor selecionado, no caso de cidades de pequeno porte, pesar todas as cargas;
 - Os caminhões devem despejar os resíduos em um único local;
 - Misturar as cargas com pás e rastelos para sua homogeneização;
 - Colocar quatro tambores, com capacidade volumétrica de 200 litros cada um, ao redor das cargas, formando um quadrado, e um quinto tambor sobre o meio;
 - Preencher os tambores totalmente, evitando compactar os resíduos, mas sem deixar vazios, com os resíduos ao redor dos tambores.

Método do quarteamento

A ABNT (1987, p2) define o quarteamento da seguinte forma:

“Processo de mistura pelo qual uma amostra bruta é dividida em quatro partes iguais, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas

são misturadas totalmente e o processo de quarteramento é repetido até que se obtenha o volume desejado.”

Este método foi utilizado por GOMES (1989), quando da caracterização dos resíduos da cidade de São Carlos - São Paulo, obtendo parâmetros físicos e físico-químicos. Para a parte física empregou o método do quarteramento, considerando obter uma amostra com quantidades suficientes resultando em valores com precisão equivalente ao de amostras maiores, conforme Figura 21.

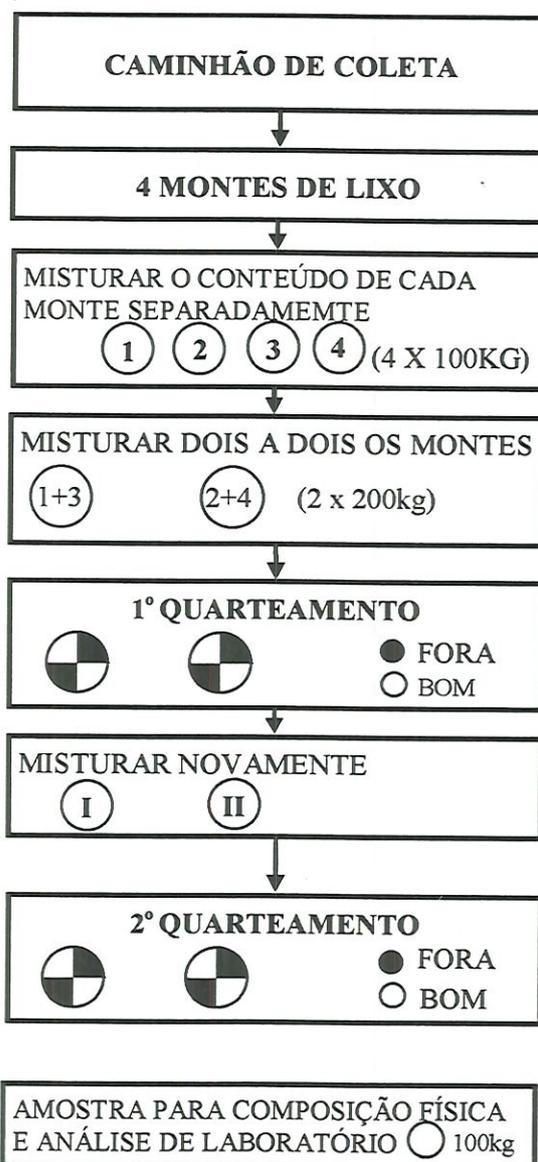


Figura 21 - Microamostragem - obtenção da amostra representativa
Fonte: GOMES (1989)

Os parâmetros físico-químicos determinados foram sólidos totais voláteis STV, são a porção que contém energia, alimento e nutrientes do resíduo, a obtenção da matéria orgânica é por diferença de pesos, colocando amostra (P1 = 50 g) inicialmente na estufa, mantendo a temperatura de 1050C, durante 24 horas, pesa-se obtendo P2 , coloca-se a amostra na mufla, após calcinada obtém-se P3.

$$\text{STV} = \text{P2} - \text{P3} .$$

Método recomendado pela Cetesb

JARDIM et al (1995), recomendam método utilizado pela Cetesb, que é uma variação do método do quarteamento, utilizado por GOMES (1989). Lembrando que para a execução das atividades será necessária a utilização dos materiais abaixo citados:

- materiais de segurança: capacetes, óculos, luvas, botas, máscaras, para proteção dos trabalhadores;
- lonas: para confinamento (superior e inferior) dos resíduos, impedindo perdas de material e contaminação das amostras;
- Enxadas, garfos, gadanhos e facões, empregados para o rompimento dos receptáculos, para remover e revolver o material, formar montes;
- mesas de madeira: base para o retalhamento e picagem fina dos resíduos;
- facões, machadinhas, tesouras, espátulas: para retalar e picar finamente os resíduos;
- sacos plásticos: para acondicionar e transportar as amostras;
- balanças: com capacidade para 20 e 200 Kg;
- tambores e pás, para coleta de amostras.

Recomendam ainda dois processos de amostragem , conforme mostrados nas Figuras 22 e 23.

1. Procedimento para coleta de amostras para análise de composição química de parâmetros físico-químicos:

- descarregar o caminhão ou caminhões no local previamente escolhido (pátio pavimentado ou sobre lona);
- coletar, na pilha resultante da descarga, quatro amostras de 100 litros cada (utilizando tambores), três na base e laterais, e uma no topo da pilha inicial. Antes da coleta, proceder ao rompimento dos receptáculos (sacos plásticos em geral) e homogeneizar o máximo possível os resíduos nas partes a serem amostradas. Ainda, considerar os materiais rolados (latas, vidros, etc.). Caso a quantidade inicial de lixo seja pequena (menos que 1,5 t), recomenda-se que todo o material seja utilizado como amostra;
- compor uma "pilha A" com o material amostrado e homogeneizando o máximo possível;

- formar onze pilhas secundárias, coletando-se porções dos locais os mais variados possíveis da pilha A. Rapidamente, retalhar os resíduos de uma pilha aleatória (ao abrigo do sol, vento, chuva e temperatura excessiva), descartando os materiais rígidos e, após homogeneização, coletar e acondicionar a amostra (aproximadamente 5 L) em saco plástico, fechar hermeticamente, identificar e enviar para análise da umidade; concomitantemente, selecionar entre as dez pilhas restantes, quatro pilhas representativas do resíduo coletado (aproximadamente 150 L);
- proceder separadamente para cada pilha: separar os materiais rígidos (pedras, vidro, latas, etc.) e, em seguida, retalhar os resíduos até partículas com diâmetro máximo de 2 cm; somente ao final do procedimento anterior formar a pilha B, reunindo os resíduos retalhados.
- homogeneizar;
- quarterar a pilha B obtida no item 5 até que se obtenha 5L, formando a amostra 2, a ser embalada, identificada e enviada para análise da composição química e parâmetros físico-químicos.

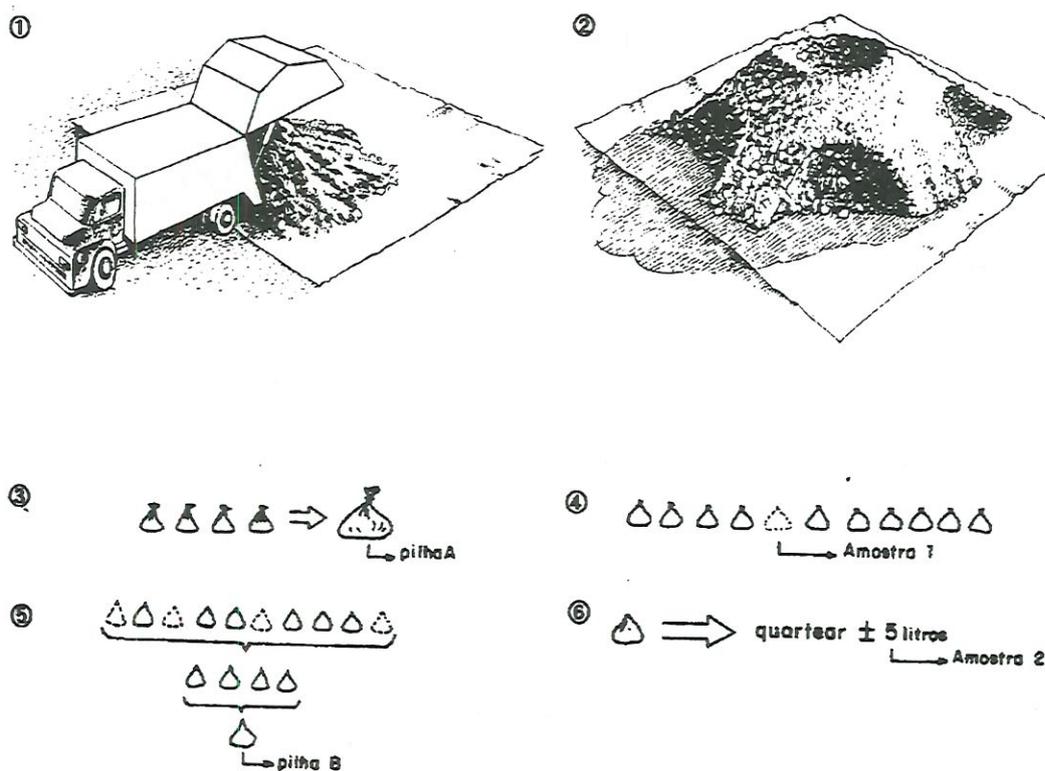


Figura 22 - Procedimento para coleta de amostras para análise de composição química e parâmetros físico-químicos.

Fonte: IPT. 1995.

2. Procedimento para coleta de amostras para análise de composição física

Executar as seguintes etapas:

- descarregar o caminhão ou os caminhões no local previamente escolhido (pátio ou lona plástica);
- coletar, na pilha resultante da descarga, quatro amostras de 100 L cada (utilizar tambores) três na base e laterais e uma no topo da pilha inicial.
- Antes da coleta proceder ao rompimento dos receptáculos (sacos plásticos, em geral) e homogeneizar o máximo possível os resíduos nas partes a serem amostradas. Ainda, considerar os materiais rolados (latas, vidros, etc). Caso a quantidade inicial do lixo seja pequena (menos que 1,5 t), recomenda-se que todo o material seja utilizado como amostra; pesar os resíduos;
- dispor os resíduos sobre uma lona. Esse material constitui a mostra 3, a ser utilizada para as análises da composição física dos resíduos.

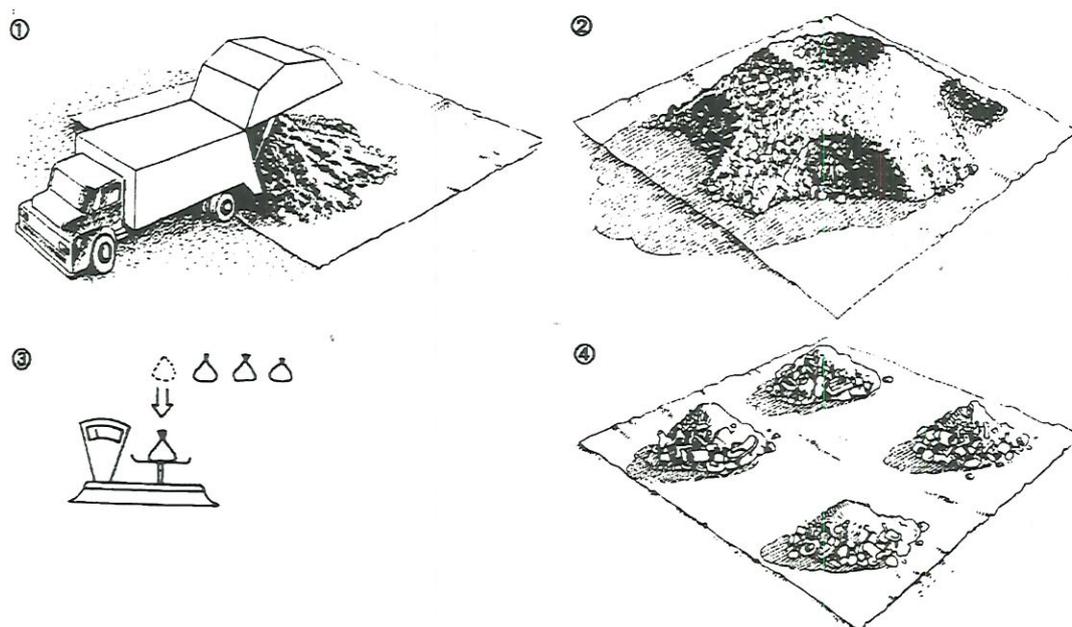


Figura 23 - Procedimento para coleta de amostras para análise da composição física
Fonte: IPT (1995)

- Com o auxílio de planilha da TABELA 8 será possível registrar a composição física do lixo.

TABELA 8 - Planilha para determinação da composição física do lixo municipal urbano

COMPONENTES	PESO(Kg)	PORCENTAGEM (%)
Borracha		
Couro		
madeira		
Matéria orgânica putrescível		
Metais ferrosos		
Papel		
Papelão		
Plástico duro		
Plástico mole		
trapos		
Vidro		
Outros materiais		

Fonte CETESB, apud IPT 1995.

Método da ASSOCIATION GÉNÉRALE DES HIGIÉNISTES ET TECHNICIENS MUNICIPAUX

A ASSOCIATION GÉNÉRALE DES HIGIÉNISTES ET TECHNICIENS MUNICIPAUX (1977) utilizou o método abaixo descrito para determinação da composição e características dos resíduos sólidos domiciliares.

Levando em conta as variações climáticas durante o ano é necessário repetir a amostragem todo o período. Porém, onde a amostragem trimestral parece ser suficiente, pode se realizar amostragens no inverno e no verão. Para as grandes cidades, as amostragens devem levar em conta o número de itinerários, e os lugares de produção, de tal forma que as amostras tomadas constituam uma boa representatividade do conjunto.

Deverá tomar-se no mínimo 1 m³ de resíduos sólidos domiciliares.

Em Paris, por exemplo, selecionam-se de 2 a 4 dos 100 itinerários (o que representa de 15 a 30 caminhões correspondentes a 15 a 30 amostras importantes). Nas localidades com dimensões menores, cada amostra poderá corresponder à uma fração não maior que a capacidade de um caminhão, mas o princípio continua sendo o mesmo: cada tomada de amostra se fará em uma zona caracterizada. O essencial é tomar amostras suficientemente bem distribuídas em função do caráter dos lugares de produção (zona residencial, comercial, zona mista, zona industrial, etc..).

Procedimento:

Uma vez escolhidas as amostras, o conteúdo de cada caminhão eleito é depositado sobre local pré-determinado ou em um fosso de recepção.

Este conteúdo é homogeneizado;

Por meio de equipamento retira-se de 1 a 1,5 tonelada, depositando-a sobre uma superfície asfaltada;

Utilizando pás , retiram-se as bordas, deixando dois blocos pesando entre 100 e 150 kg, as duas amostras servirão para efetuar a identificação dos resíduos nelas contidos, para a análise física.

Análise física:

A análise física consiste em efetuar uma classificação cuidadosa dos diversos elementos que constituem as amostras, e em determinar porcentagem e peso.

No caso de uma aglomeração importante que disponha de instalações apropriadas, como de uma fábrica por exemplo, as amostras obtidas , colocam-se sobre uma correia transportadora, ao longo da qual se distribuem operários, cada um com tambores ou recipientes, encarregados de selecionar um ou mais elementos. Se não se dispões de correia transportadora, efetua-se a classificação no local pré-determinado, adotando as medidas mais confortáveis possíveis.

Durante a primeira operação, obtém-se os elementos seguintes:

- materiais rapidamente putrescíveis,
- papéis,
- metais,
- trapos,
- vidros,
- ossos.
- restos de combustíveis não classificados: madeiras, palha, couro, etc.,
- restos de materiais incombustíveis no classificados: tijolos, pedras, cerâmica, cascas de crustáceos, etc.,
- materiais plásticos

Os elementos finos, não classificados na correia transportadora (ou que ficaram no local de classificação), são conduzidos para uma peneira vibratória de dois estágios (quando se diferenciam finos inferiores a 8 mm e os compreendidos entre 8 e 20 mm).

Ao final da classificação de cada amostra, a fração "materiais rapidamente putrescíveis" é peneirada, também, para eliminar os elementos finos que contém. Estes últimos são dispostos junto com os elementos finos peneirados.

Cada elemento assim preparado é pesado e calcula-se a porcentagem da massa total da amostra.

Da mesma forma, é interessante realizar uma classificação complementar com os metais e materiais plásticos. Os metais são objeto de uma classificação manual que separa os metais ferrosos dos metais não-ferrosos. Os materiais plásticos, da mesma forma classificam-se manualmente para separar: polietileno e polipropileno, cloreto de polivinil, poliestireno.

Os materiais plásticos, tais como poliéster, poliamidas, polimetacrilatos, poliuretanos, etc., se reúnem num quarto grupo denominado "plásticos diversos".

Esta classificação de materiais plásticos realiza-se levando em consideração o aspecto, comportamento ao fogo, segundo o método preconizado pelo sindicato profissional de fabricantes de materiais plásticos e de resinas sintéticas.

Análise química

Determina-se inicialmente a proporção de água por dessecamento prolongado em estufa de 100 - 110 0C, até manter peso constante. A porcentagem de umidade é um dado importante, situa-se entre 25 e 60%.

Determina-se assim a proporção de matérias orgânicas secas (de 15% a 30%) e de materiais minerais secos (de 20% a 60%).

Os principais elementos que se tenta dosar, para uso agrícola dos resíduos sólidos urbanos, são, os que além da ação no húmus, intervêm na nutrição das plantas: o nitrogênio, o fósforo, o potássio e o cal. Para o nitrogênio encontram-se proporções da ordem de 0,4 a 0,5%; para o fósforo sob a forma de anidro fosfórico P_2O_5 , taxas da ordem de 0,3 a 0,4%, inclusive até par ao potássio. O cal atinge aproximadamente 5%.

A análise química evidencia as proporções de enxofre (de 0,5 a 2%), de magnésio (0,6%) e de silício (de 10 a 30%).

4.5.3 Parâmetros praticados e recomendados por alguns autores brasileiros

SCHALCH & LEITE, definem as características: volume, peso específico, índice de compactação, componentes principais, composição química, umidade e poder calorífico, como informações necessárias ao planejamento do gerenciamento do lixo.

Andrade (1989), coloca que uma das características mais importantes a respeito da composição é a denominada composição gravimétrica, na qual a presença de cada componente é dada em porcentagem em relação ao peso total do lixo. Também divide as características em físicas e químicas. Considerando as características físicas temos: a) grau de umidade, que expressa o peso de umidade do resíduo pela unidade do seu peso, quando seco ou úmido e pode ser calculado pela expressão

$$\%U = \frac{a - b}{b}$$

onde,

a = peso inicial da amostra do resíduo quando retirada;

b = peso da amostra após secagem;

b) massa específica ou densidade absoluta é a razão entre a massa e o volume do resíduo, geralmente expressa em kg/m³, importante na avaliação da massa total e do volume a ser manejado;

c) poder calorífico é quantidade de calor ou energia liberada por unidade de massa dos resíduos.

Quanto à composição gravimétrica dos componentes PRANDINI et al. (1995) apresentam quadro contendo planilha para este fim, conforme TABELA 8, recomendando que as análises sejam executadas por vários anos consecutivos.

De acordo com GOMES (1989), tanto a qualidade como a quantidade de lixo são indicadores seguros do grau de desenvolvimento sócio-econômico de um determinado lugar, acrescenta que o conhecimento das características do lixo é uma tarefa importante para qualquer projeto na área de resíduos sólidos, além do conhecimento das características nas variações quantitativas e qualitativas do lixo produzido pela comunidade.

4.5.4 Resultados de caracterizações realizadas em alguns países e localidades

Com o objetivo de uma análise comparativa, tanto entre as localidades, como com os resultados obtidos nesta pesquisa, através dos resultados de caracterizações realizadas em diversas localidades, a seguir apresentam-se gráficos e tabelas que auxiliarão na análise.

Através da Figura 24, é possível perceber que a classificação dos resíduos é sob a ótica da reciclagem, pois os materiais com maior potencial de transformação, como papel, plásticos, vidro e metais são apenas evidenciados.

Com exceção dos Estados Unidos, os demais países geram resíduos, neste caso, denominados como outros, numa percentagem acima de 50%, supõe-se que a maior parte deste tipo de resíduos sejam orgânicos putrescíveis; a diferença encontrada no gráfico correspondente aos Estados Unidos é a geração de resíduos de papel, pelo elevado consumo de embalagens deste material LUND (1993, p3.36), SKITT (1972, p15) e por que os orgânicos putrescíveis, em muitas cidades são lançados na rede de esgotos, sendo triturados antes. Na Alemanha, Holanda e Estados Unidos o consumo de produtos e geração de resíduos compostos de vidro, é semelhante e superior aos demais países mostrados. O Brasil tende a acompanhar a geração de resíduos de materiais plásticos, o que vem sendo preocupante, pois sua degradação no ambiente é muito lenta, esta preocupação é maior ainda no caso da Malásia.

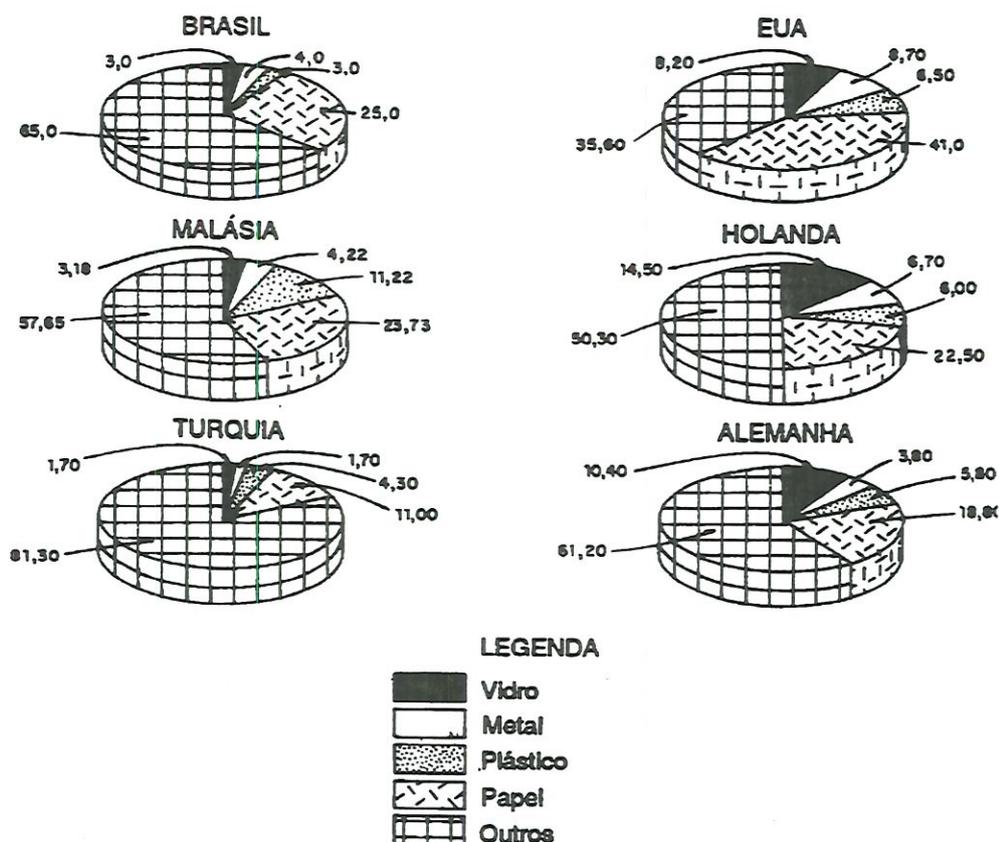


Figura 24 - Composição percentual média do lixo domiciliar em alguns países.
Fonte: IPT (1995)

As variações existentes são influenciadas pelas diversas características, como clima, geografia, hábitos alimentares, grau de urbanização e de industrialização, nível de vida da população, estação do ano, LUND (1993, p3.19) SARTORI (1995), porém apesar das diferenças regionais, é possível notar a potencialidade de reciclagem de cada país.

- Resultados de diversas cidades do Brasil, nas TABELAS 9, 10 e 11, e na Figura 24.

TABELA 9 - Valores estatísticos da composição do lixo do município de Belo Horizonte, amostragem de outubro de 1991-percentagens em relação ao peso total

componentes	%	componentes	%	Componentes	%
Putrescíveis	64,71	Plástico polietileno	1,79	borracha	0,42
Papel	10,99	Trapo/pano	1,60	Couro	0,21
folhagem	5,12	Vidro claro	1,22	Alumínio	0,20
Plástico filme	4,46	Vidro escuro	1,11	Louça	0,14
papelão	2,79	Terra e similares	0,67	Ossos	0,07
Metal ferroso	1,60	madeira	0,61	Outros metais	0,04

Fonte: SARTORI (1995)

TABELA 10 - Composição dos resíduos domiciliares da cidade de Campinas – SP, 1996
percentagens em relação à massa total.

putrescíveis	papel e papelão	plástico duro e mole	metal	vidro	diversos	perdas	entulho, madeira, tecido e similares
45,46	19,76	15,22	4,39	1,67	5,23	0,31	7,96

Fonte: Prefeitura municipal de Campinas (1996)

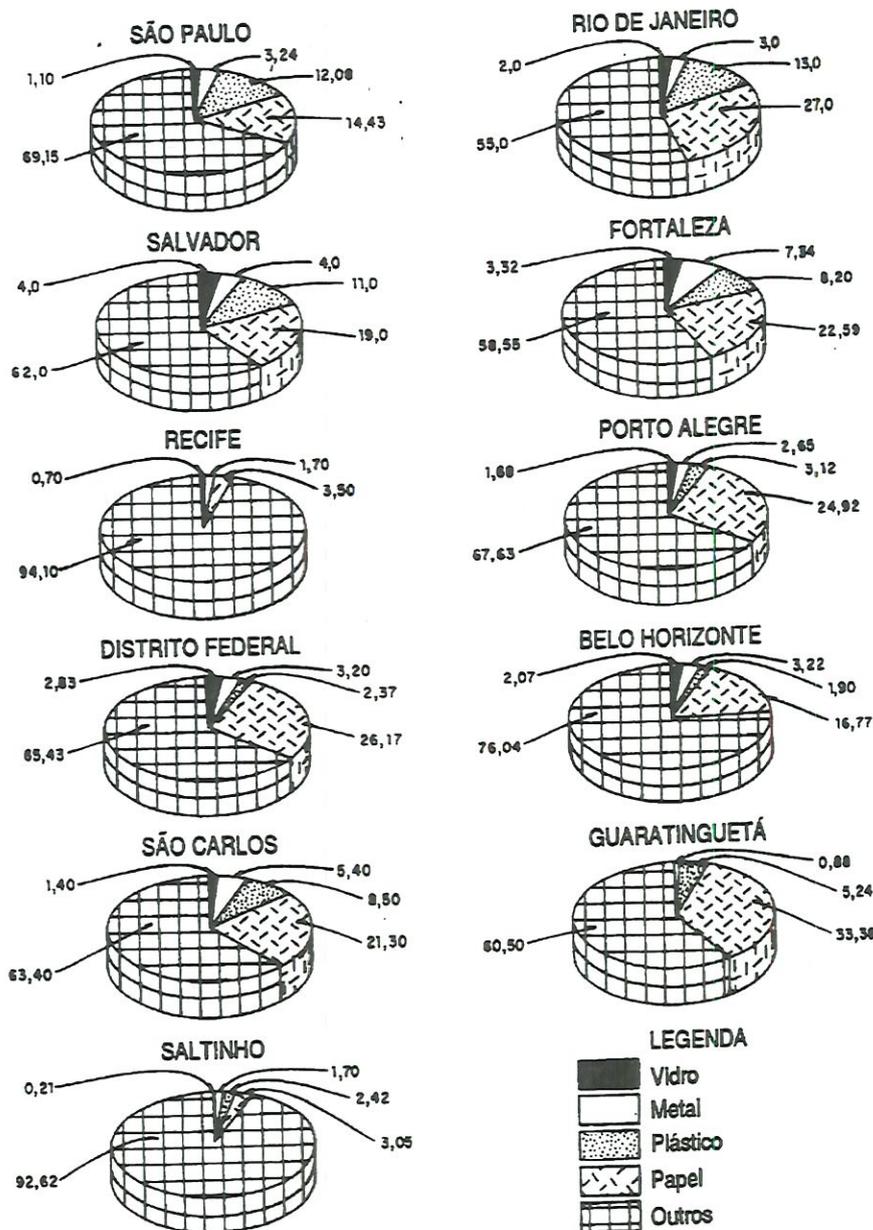


Figura 25 - composição percentual média do lixo domiciliar em algumas cidades brasileiras
Fonte: IBGE, apud IPT (1995)

TABELA 11 - Composição dos resíduos domiciliares da cidade de Rio Branco 1996 percentagens em relação ao peso total

alimentos e folhagem	papel	papelão	vidro	metal	plástico	outros
54	4	4	4	7	12	15

Fonte: Prefeitura municipal de Rio Branco – AC (1996)

Em todas as cidades as maiores percentagens são referentes aos resíduos orgânicos putrescíveis, variando de 47,6% em Madri a 64,71% (ver TABELA 12), em Belo Horizonte, valores que demonstram a necessidade de tratar estes materiais através das tecnologias desenvolvidas e conhecidas no Brasil.

TABELA 12 - Composição dos resíduos sólidos urbanos em Madri, Espanha , percentagens em relação ao peso total - 1990

alimento	papel e papelão	plástico	metal	terra	outros
47,6	22,1	16,2	3,9	0,6	9,7

Fonte: NAREA, et all (1990)

4.5.5 Variações sazonais dos resíduos

LUND (1993, p3.25), expõe que as quantidades e composição dos resíduos variam a cada hora do dia, cada dia da semana, e cada semana do mês, em cada estação do ano, e anualmente. E que, para registrar estas variações, obtendo resultados representativos, devem ser realizadas caracterizações durante 4 semanas em cada estação do ano. Na TABELA 13 mostra as variações dos componentes dos resíduos sólidos, nas estações do ano, realizada em 4 regiões dos Estados Unidos (E.E.U.U.).

TABELA 13 - Variação sazonal e composição dos resíduos

Tipo de material	Inverno, %	Verão, %
Papel jornal	5-10	8-12
Papelão corrugado	5-10	8-12
Outros papéis	35-40	32-36
Plásticos	8-12	10-15
Metais ferrosos	3-6	2-6
Alumínio	<1	<1
Vidro	2-6	8-12
Outros resíduos	5-15	18-30

Fonte: LUND (1993, p3.19)

4.6 Resíduos de serviços de saúde - RSS

A abordagem deste tema é para visualizar o panorama dos resíduos de serviços de saúde, direcionado ao gerenciamento integrado de resíduos.

Inicialmente serão apresentados os conceitos que levam à denominação de “resíduos de serviços de saúde” (RSS)

Estes resíduos são normalmente tratados de forma diferenciada, devido à relação que se faz destes com as doenças existentes nas pessoas, que passam pelos estabelecimentos de atendimento à saúde. Sobre esta observação, ZANON (1992, p256) expõe:

“a palavra hospital acrescenta aos preconceito culturais (repugnância, rejeição e afastamento) inerentes ao lixo, os componentes do medo, da doença e da morte, peculiares a palavra hospital. Reunidas as palavras lixo e hospital monta-se um cenário de periculosidade e cria-se então, a necessidade da destruição desses resíduos, ainda que em sua maior parte sejam apenas matéria prima reaproveitável.

As consequências são inevitáveis pela forma arbitrária com que as autoridades sanitárias tentam resolver o problema. Acredita-se que esta colocação de ZANON, explique o número reduzido de técnicos e trabalhos sobre RSS, relativos aos resíduos sólidos urbanos.

ANDRADE (1995, p3) conclui disto que a raiz da questão encontra-se na falta de uma correta avaliação sobre o risco à saúde promovida pelos RSS, e pelo interesse dos grupos nacionais e internacionais que visam impor a aquisição de tecnologias e impedir o gerenciamento dos RSS como sendo uma questão ambiental e institucional, como alternativa simples e econômica, com efeitos sociais e ambientais socialmente interessantes.

Os RSS compreendem os resíduos gerados em todos os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, não apenas aqueles produzidos estritamente dentro dos hospitais, caracterizando que apenas os hospitais são responsáveis pela geração.

4.6.1 Terminologia

SCHALCH, ANDRADE, GAUSZER (1995) mostram que até pouco tempo (e ainda atualmente) os resíduos de serviço de saúde eram denominados, principalmente, de resíduos hospitalares ou lixo hospitalar, numa referência explícita aos resíduos gerados por aquele tipo de estabelecimento. MATOSO (1996, p6) relaciona alguns autores que tratam e denominam, o termo como “resíduo hospitalar” e “lixo hospitalar”. Entretanto, a verificação

de que outros tipos de estabelecimentos também geram resíduos com características similares aos resíduos gerados em hospitais criou no meio técnico a denominação aceita de resíduos de serviços de saúde (RSS). A partir de dezembro de 1987, a terminologia de resíduos de serviço de saúde foi adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e, atualmente, encontra-se firmada entre as definições da NBR 12.807 da referida associação e com validade a partir de 01.04.1993. Textualmente a definição é a seguinte:

Neste trabalho será adotado o termo estabelecido pela ABNT “Resíduos de serviços de saúde” – RSS.

Os elementos a serem tratados servirão de referência para posterior entendimento e análise dos dados obtidos.

Seguir-se-á uma seqüência de elementos, considerando que o tema poderá interessar ao público em geral, conforme mostrado abaixo:

4.6.2 Conceitos

Além da conceituação feita por diferentes entidades, apresentam-se as definições abaixo:

- Estabelecimento Gerador:
Instituição que, em razão de suas atividades, produz resíduos de serviços de saúde. (ABNT, 1993a, p.2).
- Serviço de Saúde:
Estabelecimento gerador destinado à prestação de assistência sanitária à população. (ABNT, 1993a, p.3).

Na TABELA 14, são transcritos conceitos elaborados por diversas entidades e autoridades na área dos resíduos de serviços de saúde.

Para a ABNT e MOREL, todos os resíduos, gerados dentro dos estabelecimentos que prestam serviços de saúde, são considerados como tais; para o Conselho Nacional do Meio Ambiente, os considera dentro do contexto geral dos resíduos sólidos, definido pelo ABNT, através da norma NBR 10004; a Agência de Proteção Ambiental, dos Estados Unidos – EPA, de uma forma simples, e de certa forma eficaz, elenca apenas os resíduos considerados infectantes, desde que envolvam os fatores descritos, reduzindo conseqüentemente as classificações, volumes gerados e equipamentos e sistemas de gerenciamento destes resíduos.

Para verificar a falta de padronização, na TABELA 14, são transcritas as classificações elaboradas por diversas entidades ligadas à área de serviço de saúde.

TABELA 14 - Quadro comparativo dos conceitos sobre resíduo de serviço de saúde, e respectivas fontes.

ABNT - NBR 12808	CONAMA – Resolução 05/93 NBR 10004-ABNT.	EPA (1996, p2-1) (infectious waste)	MOREL (1991, p3)
resíduo resultante de atividades exercidas por estabelecimento gerador, de acordo com a classificação adotada pela nbr 12.808. (abnt, 1992 ^a , p.3).	“resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos em corpo de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.”	resíduo capaz de produzir uma doença infecciosa. obs.: esta definição requer uma consideração de certos fatores necessários para indução da doença, presença de patógeno em quantidade e virulência suficientes, de tal maneira que a exposição de um hospedeiro suscetível ao resíduo possa dar lugar a doença infecciosa	todo aquele gerado por prestadores de assistência médica, odontológica, laboratorial, farmacéutica, instituições de ensino pesquisa médica, relacionados à população humana, bem como veterinário, possuindo potencial de risco, em função da presença de materiais biológicos capazes de causar infecção, produtos químicos perigosos, objetos perfuro-cortante efetiva ou potencialmente contaminados e mesmo rejeitos radioativos, necessitando de cuidados específicos de acondicionamento, transporte, armazenagem, coleta e tratamento”

4.6.3 Classificação

Com o objetivo de se ter parâmetros para a caracterização dos resíduos de serviço de saúde, pesquisou-se sobre as diversas classificações existentes, a fim de se escolher a que melhor se adapta para a situação da cidade de Pato Branco

Desta forma, são apresentadas classificações elaboradas por 4 entidades, a saber: Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, Comissão de Vigilância Sanitária - C.V.S., United States Environmental Protection Agency – US EPA, e Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

TABELA 15 – Quadro comparativo das classificações dos resíduos de serviço de saúde das fonte NBR12808-ABNT (1993)e C.V.S. (1989)

			ABNT		
Classe	Tipo	Exemplos	Classe	Tipo	Exemplos
A	Infectante		A	Infectante	
A1	Biológico	Cultura, inóculo de microorganismos, meio de cultura inoculado, mistura de inoculação provenientes de laboratório clínico ou de pesquisa, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirado de áreas infectadas e qualquer resíduo (objeto a ser descartado) contaminado por esses materiais	A1	Materiais provenientes de locais de isolamento	Composto por resíduos provenientes de quartos de pacientes em isolamento ou que tenham estado em contato com estes. Incluem-se aqui sangue e secreções de pacientes que apresentam doenças transmissíveis por estas vias.
A2	Sangue e hemoderivados	Bolsa de sangue após transfusão com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, amostras de sangue para análise, soro plasma e outros subprodutos.	A2	Material biológico	Composto por cultura ou estoques de microorganismos provenientes de laboratório clínicos ou de pesquisa, meios de cultura, placas de petri, instrumentos usados para manipular, misturar ou inocular microorganismos, vacinas vencidas ou inutilizadas, filtros e gases aspirados de áreas altamente contaminadas
A3	Cirúrgico e anátomo-patológico	Tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de atos cirúrgicos, produtos de necrópsia, e resíduos contaminados por estes materiais.	A3	Sangue humano e hemoderivados	Bolsa de sangue com prazo de utilização vencido ou sorologia positiva, amostras de sangue para análise, soro plasma e outros subprodutos.
A4	Perfurante ou cortante	Agulha, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.	A4	Cirúrgico e anátomo-patológico	Tecido, órgãos, feto, peças de anatomia, sangue e outros líquidos resultantes de cirurgias, drenagens, autópsia e biópsias.
A5	Animal contaminado	Carcaça ou parte animal inoculado exposto a microorganismos patogênicos ou portador de doença infectocontagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com este.	A5	Resíduos perfurantes	Agulha, ampolas, pipetas, lâmina de bisturi e lâminas de barbear e vidros quebrados ou que se quebrem facilmente.
A6	Assistência ao paciente	Secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive resíduos de refeições.	A6	Animais contaminados	Carcaças ou partes animal inoculados em laboratórios ou expostos a germes patogênicos ou forração das camas destes animais

TABELA 15 – Quadro comparativo das classificações dos resíduos de serviço de saúde das fonte (continuação)

ABNT			CVS (1989)		
Classe	Tipo	Exemplos	Classe	Tipo	Exemplos
B	Especial	Aquele cujo potencial de risco, associado à sua natureza físico-química, requer cuidados especiais de manuseio e tratamento.	B	Especiais	
B1	Rejeito radioativo	Qualquer material resultante de laboratórios de análises clínicas, unidades de medicina nuclear e radioterapia, que contenham radionuclídeos, em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN – NE 6.05 Gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas, e cuja reutilização seja imprópria ou não prevista	B1	Resíduos radioativos	Composto por materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos com baixa atividade (ver resolução, CNEN N ^o 6/73, provenientes de laboratórios de pesquisa em química, biologia, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear. Estes materiais são normalmente sólidos ou líquidos (seringas, papel absorvente, frascos, líquidos derramados, urina, fezes, etc.) resíduos radioativos com atividade superior às recomendadas pela Resolução CNEN – N ^o 6/73 deverão ser acondicionados em depósitos de decaimento (até que suas atividades se encontrem dentro do limite permitido para sua manipulação.
B2	Resíduo farmacêutico	Produto medicamentoso com prazo de validade vencido, contaminado, interditado ou não utilizado	B2	Resíduo farmacêutico	Composto por medicamentos vencidos, não mais necessários, interditados ou não utilizados.

TABELA 15 – Quadro comparativo das classificações dos resíduos de serviço de saúde (continuação)

ABNT			CVS (1989)		
Classe	Tipo	Exemplos	Classe	Tipo	Exemplos
B3	Resíduo químico perigoso	Resíduo químico que, de acordo com os parâmetros da NBR 10004, possa provocar danos à saúde ou ao meio ambiente. (resíduo tóxico, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico)	B3	Resíduo químico perigoso	Resíduo químico que, de acordo com os parâmetros da NBR 10004, possa provocar danos à saúde ou ao meio ambiente. Composto por resíduos tóxicos, corrosivos, inflamáveis, explosivos, reativos, genotóxico ou mutagênico. Alguns exemplos mais comuns são: quimioterápicos, antineoplásticos, produtos químicos não utilizados, germicidas, fora de especificação, solventes, ácido crômico (usado na limpeza de vidros de laboratório), mercúrio de termômetros, soluções para revelação de radiografias, baterias usadas, óleo de lubrificante usado, etc
C	Resíduo Comum	Resíduo de serviço de saúde que não apresenta risco adicional à saúde pública.	C	Resíduos Comuns	Composto por todos os resíduos que não se enquadrem em nenhuma das categorias anteriores e que, por sua semelhança com os resíduos comuns domésticos comuns, podem ser considerados como tais. Nesta categoria incluem-se, por exemplo, o lixo administrativo, os resíduos provenientes da limpeza de jardins e pátios e os resíduos de preparo de alimentos. Dependendo das circunstâncias e caso haja interesse em se reduzir o volume dos resíduos a tratamento especial, admitir-se-á que o material coletado em unidades de internação, ambulatórios e similares seja classificado como lixo comum, desde que conhecido seu conteúdo, e este não se enquadre nas categorias anteriores (vê se que o lixo comum pode ser gerado em qualquer área do estabelecimento; sua correta identificação permite, entre outros benefícios que isso acarreta, a redução do volume de resíduos sujeitos a medidas adicionais)

TABELA 16 Quadro comparativo sobre a classificação dos resíduos de serviços de saúde elaborada pela US EPA e CONAMA

US EPA (1989)			Resolução CONAMA nº 5 (1993)		
Classe	Tipo	Exemplos	Grupo	Tipo	Exemplos
1	Culturas amostras armazenadas e	Incluem-se os rejeitos de meio de culturas e amostras de agentes infectantes armazenados, inclusive aqueles gerados nos laboratórios de patologia, de pesquisa e da indústria. Contempla, também os resíduos da produção de vacinas, placas de cultura e os utensílios utilizados para sua manipulação.	A	Resíduos que apresentem risco a saúde pública e ao meio ambiente.	Sangue e hemoderivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e líquidos orgânicos, meios de cultura; tecidos, órgãos fetos e peças anatômicas, filtros de gases de área contaminada, resíduos advindos de áreas de isolamento; restos alimentares de unidade de isolamento; resíduos laboratório de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação e de enfermaria e animais mortos a bordo dos meios de transporte, objetos desta resolução. Objetos perfurantes ou cortantes, capazes de causar punctura ou corte, tais como lâminas de barbear, bisturi, agulhas, escalpes, vidros quebrados etc.
2	Resíduos patológicos	Resíduos patológicos humanos, incluindo tecidos, órgãos, partes e fluidos corporais, removidos durante as autópsias, cirurgias ou outros, incluindo as amostras para análises.	B	Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido a suas características químicas	a) drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados b) resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados) c) produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10004 da ABNT (tóxicos corrosivos, inflamáveis e reativos)
3	Sangue humano e hemoderivados	Sangue, produtos derivados do sangue, materiais encharcados ou saturados com sangue, materiais como os supracitados, ainda que estejam secos, incluindo o plasma, o soro e outros, bem como os recipientes que os contêm ou contiveram como as bolsas plásticas e mangueiras intravenosas, etc.	C	Rejeitos radioativos	Materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo resolução CNEN 6.05

TABELA 16 - Quadro comparativo sobre a classificação dos resíduos de serviços de saúde elaborada pela US EPA e CONAMA (continuação)

US EPA (1989)			Resolução CONAMA n° 5 (1993)		
Classe	Tipo	Exemplos	Grupo	Tipo	Exemplos
4	Perfurocortantes	Elementos perfurocortantes que estiveram em contato com pacientes humanos ou animais durante o diagnóstico, tratamento, pesquisa ou produção industrial, incluindo agulhas hipodérmicas, seringas, pipetas de Pasteur, agulhas, bisturis, e mangueiras, placas de culturas, vidraria inteira ou quebrada, etc., que estiveram em contato com agentes infecciosos.	D	Resíduos comuns	Todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente
5	Resíduos animais	Cadáveres ou partes de animais infectados, assim como as camas ou palhas usadas, provenientes dos laboratórios de pesquisa médica, veterinária ou industrial.			
6	Resíduos de isolamento	Resíduos biológicos, excreções, exsudatos ou materiais de resíduos provenientes das salas de isolamento de pacientes com doenças altamente transmissíveis. Incluem-se os animais isolados.			
7	Perfurocortantes não utilizados	Qualquer perfurocortante descartado ainda que não tenha sido utilizado			

4.6.4 Composição dos resíduos

A OPS (1992,p3), considera ser uma das características mais importantes a heterogeneidade dos resíduos, como conseqüência da gama de atividades dentro de hospitais, acrescentando ainda a variedade de estabelecimentos prestadores de serviços. Coloca também que a composição dos resíduos poderá ser realizada de acordo com critério de classificação, dependendo do problema a ser analisado, visando sua solução. Estes critérios podem ser: local de origem, combustibilidade, caráter orgânico, putrescibilidade ou de acordo com os compostos e elementos químicos que compõem os resíduos. Acrescenta que, o que diferencia os resíduos de serviço de saúde dos resíduos comuns são o material cirúrgico, resíduos biológicos, restos de alimentos, perfurocortantes e a fração de resíduos semelhante aos resíduos domiciliares.

ANDRADE (1997, p175), obteve em caracterização dos resíduos de serviço de saúde, realizada em hospital na cidade de São Carlos - SP, que cerca de 80% da sua composição gravimétrica são apontados como fontes de matérias primas e, possivelmente de recursos econômicos. Na TABELA 17, são apresentados resultados obtidos nas caracterizações realizadas em um hospital de grande porte e em 92 estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.

TABELA 17 – Massa dos componentes dos resíduos de serviço de saúde identificados em diferentes estabelecimentos geradores, na cidade de São Carlos (SP)

Componentes dos resíduos	Massa (em kg)	% (relativo ao peso total)
Papel	1,620	31,52
Papelão	0,250	4,86
Plástico duro	0,490	9,53
Plástico filme	0,740	14,40
Tecido	0,450	8,76
Metal	0,250	4,86
Vidro	0,760	14,79
Matéria orgânica	0,120	2,33
Madeira	0,050	31,52
Outros	0,410	7,96

Fonte: ANDRADE (1997, p165-166)

ANDRADE (1997, p177), apresenta proposta de um sistema de gerenciamento ambiental de resíduos de serviço de saúde, mostrado na Figura 26, como um novo paradigma, pois foge do modelo de gerenciamento convencional

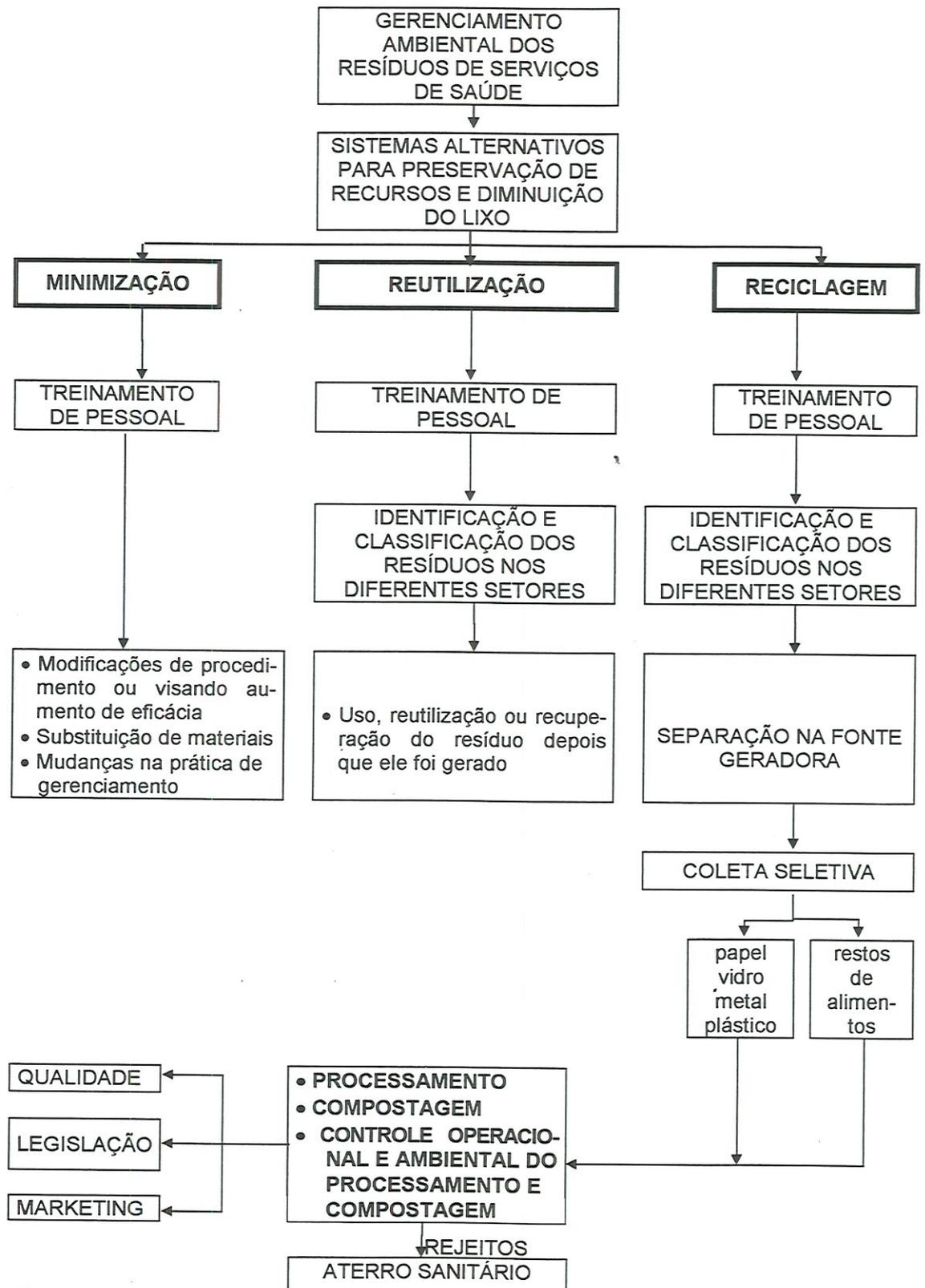


Figura 26 - Fluxograma proposto para o gerenciamento ambiental de resíduos de serviços de saúde

Fonte: ANDRADE (1997)



5 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada foi de acordo com a do levantamento dos tipos de resíduos, sendo divididos da seguinte forma:

Procedimento para caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares

Procedimento para caracterização física dos resíduos de serviços de saúde

Procedimento para as operações de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.

5.1 Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares

Todas as etapas a seguir contaram com a participação e apoio do mestrando da Escola de Engenharia de São Carlos, Adelino Carlos Maccarini.

O levantamento das características físicas, realizada na cidade de Pato Branco, observou alguns critérios, de maneira a tornar os dados confiáveis, assim estabeleceu-se o período de um ano, escolhendo as 4 estações do ano, inverno, primavera, verão e outono, porém as condições climáticas no período do outono não permitiram realizar a última caracterização.

Considerou-se que os parâmetros climáticos de temperatura e pluviosidade, influenciam e caracterizam as estações do ano, trazendo mudanças nos hábitos de consumo da população e no peso dos resíduos. Por exemplo: no inverno são adquiridas roupas mais pesadas, em função do frio, a permanência na residências é maior, conseqüentemente a tendência de estar ingerindo alimentos é maior, aumentando a geração de resíduos. No verão as roupas são mais leves e ocorre um aumento no consumo de frutas, considerou-se que aumentariam os resíduos putrescíveis (cascas de frutas e legumes e verduras).

Efetivou-se um primeiro levantamento por amostragem com a finalidade de uma caracterização física dos resíduos diretamente na fonte. E, em virtude de as pessoas diretamente envolvidas serem estudantes, não foi possível contar com a colaboração deles nas épocas subseqüentes, para a realização do trabalho, ficou-se apenas com uma amostragem.

5.1.1 Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares do bairro "La Salle", na fonte de geração.

A decisão de realizar este levantamento considerou duas premissas:

- 1ª A quantificação dos resíduos por amostragem pode oferecer imprecisões;
- 2ª Quanto menor a amostra menor a margem de erro.

Concluindo que: Portanto, caracterizar os resíduos na fonte darão resultados mais confiáveis.

Partindo destas premissas, idealizou-se o primeiro levantamento, das características físicas dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco, na fonte geradora, ou seja nas residências. Porém mesmo que a cidade possua um número de residências menor que o de outras cidades de maior porte, quantificar os resíduos na sua totalidade também possui um grau de dificuldade elevado, optando por selecionar uma zona ou bairro com características que representem a cidade.

Percorreram-se os diversos bairros da cidade, observando-se que os mais distantes apresentam muitos terrenos vagos, e os adjacentes ao centro possuem maior densidade demográfica. Por essa razão, optou-se pelo bairro "La Salle" por apresentar características ideais para a realização do trabalho proposto.

O trabalho de identificação e gravimetria dos resíduos coletados, deveria ocorrer no mesmo dia em que o serviço municipal coletasse o lixo nas residências, pois um dos objetivos era o levantamento das características dos resíduos dispostos no local do aterro, por amostragem utilizando o método do quarteamento, e comparar os resultados, para estabelecer índices de correção.

A partir do acima exposto, elaborou-se o planejamento seguinte:

- 1º Investigar dias e horários de coleta junto ao departamento municipal de limpeza pública, bem como roteiro do caminhão que cobre o bairro.

Foi mantido contato verbal com o responsável pelo setor de coleta regular, do Departamento de Limpeza Pública, fornecendo apenas o número de motoristas, garis e caminhões, além do dia e horário de coleta do caminhão, explicando o roteiro no bairro "La Salle".

- 2º Obter croqui da cidade para elaborar rotas de coleta na fonte;

O mesmo responsável pelo departamento de limpeza, informou que alunos do Cefet, da unidade de ensino de Pato Branco, teriam realizado o levantamento da área coberta pelo serviço de coleta. Procurando os alunos envolvidos, obtiveram-se os croquis com a área do setor atendida pelo veículos de coleta. Com este material em mãos percorreu-se a área delimitada pela coleta convencional.

- 3º Elaborar panfletos informando a população sobre os trabalhos a serem realizados, datas e horários, e instruindo sobre a separação dos resíduos.

Partindo-se da premissa de que quando se recebe uma informação, assim que esta é assimilada, o material recebido é descartado imediatamente influenciando na massa do material. Por este motivo confeccionou-se um panfleto contendo o máximo de informações e no menor tamanho possível, para não influenciar na geração normal de resíduos da população atingida. (APÊNDICE 1)

4° Solicitação de apoio junto a Associação Comercial e Industrial de Pato Branco - ACIPB.

Através de contato verbal, durante reunião da diretoria da referida associação, obteve-se apoio necessário, além do que os membros se prontificaram na aquisição de 6000 sacos plásticos (20 L), 25 pares de luvas, panfletos (1000 cópias); empréstimo de 5 balanças eletrônicas e 4 veículos (dois veículos dos membros da ACIPB, um veículo da Prefeitura Municipal de Pato Branco, um do CEFET, e um do mestrando Adelino Carlos Maccarini).

5° Apresentação do projeto para elaboração da dissertação junto à direção do Colégio Estadual PREMEM, para envolver alunos nos trabalhos de levantamento das características físicas dos resíduos.

A direção da escola permitiu que o contato fosse mantido com os alunos de Magistério, porém, apenas 4 alunas estavam disponíveis, pelo que recorreu-se aos alunos de 7ª e 8ª séries.

6° Formação das equipes, treinamento dos alunos para os trabalhos de divulgação separação e pesagem dos resíduos.

O treinamento foi realizado na sala de reuniões da ACIPB, onde os mestrandos Ricardo H. Hernández e Adelino Carlos Maccarini apresentaram a importância de se conhecerem os tipos de resíduos, suas características físicas, sua redução na fonte, sua reutilização e sobre reciclagem. Em seguida formaram-se 5 equipes compostas por 4 alunos cada uma, tendo como primeira incumbência: a divulgação dos trabalhos de caracterização, explicando para quem estivesse na residência sobre a necessidade de separarem-se os materiais contidos no lixo produzido; distribuindo também, em cada residência um panfleto e 6 sacos plásticos, utilizando 3 para os resíduos produzidos no dia 13 e 14/07/96, a serem coletados no dia 15/07/98 e os outros 3 para aqueles produzidos no dia 16/07/96 e coletados no dia 17/07/96, devendo colocar resíduos putrescíveis em um deles, lixo do banheiro em outro e o restante dos resíduos no terceiro. Nesta oportunidade instruíram-se os colaboradores sobre os materiais que deveriam ser separados e pesados, e instruindo também sobre o funcionamento e uso das balanças utilizadas (ver Figura 27), escolheram-se 3 alunos do 2º grau cabendo a cada um a responsabilidade de registrar o tipo e peso dos resíduos das suas equipes, conforme tabela para anotação das informações (APÊNDICE 2)

7° Levantar número de domicílios, dimensionando em seguida número de coletas, sacos plásticos, panfletos, balanças, número de colaboradores e de equipes, veículos e materiais;

Após conhecer o número de residências, estimou-se que seriam necessárias 5 equipes cabendo a cada uma, aproximadamente 180 residências, num período de quatro horas correspondendo a uma velocidade de 45 domicílios/hora. Considerando que a balança fosse instalada no local seriam trazidos para ali o maior número possível de sacos, atingindo o maior número de residências.



Figura 27 - Treinamento sobre a separação dos materiais e uso das balanças

8º Separação e pesagem dos resíduos nas residências

Nos dias de 15 e 17 de julho de 1996, de acordo com os roteiros, foram distribuídas as equipes de 4 membros cada uma, enquanto dois membros coletavam os sacos plásticos, os outros dois os abriam e retiravam seus resíduos, apenas os sacos denominados de "lixo seco", pesando-os e devolvendo-os para ao mesmo, os resíduos denominados "papel higiênico" e "lixo orgânico" apenas eram pesados e devolvidos nos locais onde foram retirados (Figura 28). O resultado deste trabalho foi registrado por meio de tabelas (APÊNDICE 2), e após somados os resultados de cada equipe, permitindo a elaboração de tabelas e gráficos.



Figura 28 - Coleta, triagem e gravimetria, diretamente dos domicílios

5.1.2 Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares no aterro da cidade

Concomitantemente aos trabalhos de caracterização física, dos resíduos sólidos urbanos na fonte, realizou-se o levantamento das características físicas dos resíduos no local onde são dispostos para seu aterro, como mostra o fluxograma da Figura 29.

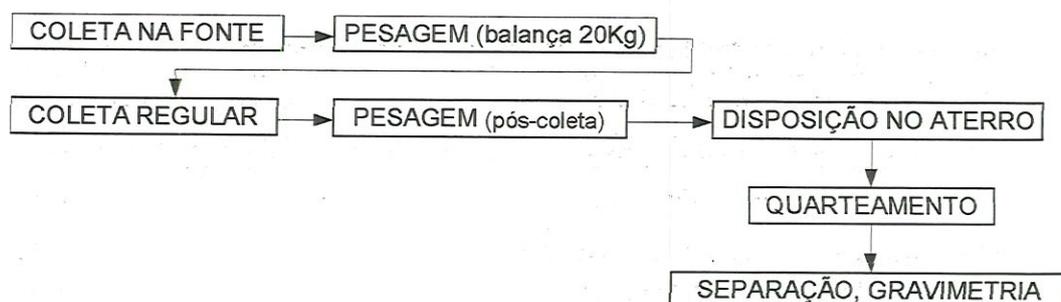


Figura 29 - Fluxograma do procedimento utilizado na caracterização dos resíduos sólidos domiciliares

A separação e gravimetria dos resíduos realizou-se no depósito de lixo da cidade de Pato Branco, localizado a 2,5 km do perímetro urbano, e a 500 m da rodovia BR 281.

Inicialmente estabeleceu-se que as caracterizações seguiriam o cronograma da TABELA 18:

TABELA 18 – Cronograma, caracterizações previstas

Ano	1996		1997	
Estação do ano	inverno	primavera	verão	outono
Caracterização	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Data	15 e 17/julho	7 a 12/outubro	13 a 18/janeiro	14 a 19/abril

Este levantamento seguiu as etapas e atividades conforme mostradas abaixo:

1º Definir necessidades de recursos humanos, materiais e equipamentos, e sua aquisição.

Para o primeiro levantamento das características físicas, nos dias 15 e 17 de julho de 1996, solicitou-se ao Departamento de Limpeza Pública da cidade sobre a capacidade do caminhão utilizado na coleta e sobre estimativa do peso coletado, definindo-se os recursos humanos e materiais que seriam necessários para o desenvolvimento dos trabalhos, conforme é descrito abaixo:

- a) humanos: 10 pessoas, para a separação e pesagem dos materiais supracitados;
- b) materiais:
 - 01 balança para pesagem do caminhão coletor, capacidade 50 toneladas
 - 02 balanças para pesagem dos materiais separados, capacidade 20 kg.

- equipamentos de proteção individual (12 pares de luvas de couro, 12 máscaras anti-pó, 12 aventais de material impermeável),
- três (03) tambores com capacidade para duzentos (200) litros,
- 02 lonas plásticas (polietileno, espessura 200 micras), 8 x 10 metros cada uma,
- 10 enxadas,
- 05 pás.

2º Solicitar e obter apoio junto à Prefeitura da cidade.

Para poder realizar os trabalhos solicitou-se a Prefeitura materiais, equipamentos e recursos humanos, expondo o objetivo do trabalho e como seria o funcionamento (APÊNDICE 3).

3º Efetuar o levantamento das características físicas dos resíduos.

A metodologia adotada para este levantamento foi em função do volume e peso previstos, do lixo coletado estar acima de 2 toneladas, lembrando que o material esperado é o coletado apenas no bairro "La Salle".

5.1.3 Procedimento para coleta de amostras para análise de composição física

1º o caminhão descarregou os resíduos coletados no bairro "La Salle" em local previamente escolhido, dentro da área do aterro, e ao lado de duas lonas, conforme registrado na fotografia da Figura 30.



Figura 30 - Descarga de resíduos sólidos domiciliares pelo caminhão coletor, na área escolhida para a caracterização.

2º. coletaram-se, na pilha resultante da descarga, cinco amostras de aproximadamente 100 Kg cada uma (em tambores). Sendo quatro na base, como a base da pilha é circular, cada amostra foi colhida a 90º (noventa graus) uma da outra, e uma no topo da pilha, mostrado na Figura 31.



Figura 31 - Retirada de resíduos, em 5 pontos, para formação da pilha e extrair amostra representativa

□ pesar os resíduos;

Os resíduos, após coletadas as partes de cada carga, despejada de cada um dos caminhões, eram pesados dentro de tambores com capacidade de 200 L. Com estes dados foi possível calcular o peso específico do lixo, conforme a fórmula:

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso líquido do lixo (Kg)}}{\text{Volume total dos recipientes (m}^3\text{)}}$$

Onde:

Peso líquido do lixo, em Kg = peso total dos recipientes cheios (Kg) - Peso próprio dos recipientes(Kg), ver Figura 32.



Figura 32 - Foto mostrando a retirada das amostras e preenchimento dos tambores, para determinação da densidade dos resíduos, em 19/07/96.

□ Preparação para o quarteamento

Dispuseram-se os resíduos sobre uma lona, procedeu-se ao rompimento dos sacos plásticos e homogeneizando o máximo possível os resíduos sobre uma das lonas, formou-se uma pilha, ver Figura 33.



Figura 33 - Homogeneização da pilha

3°. Quarteamento

- Essa única pilha formada foi dividida em quatro pilhas menores, dispostas duas a duas, ver figura 34.



Figura 34 - Formação das quatro pilhas menores

- As duas pilhas menores, opostas diagonalmente, foram descartadas, as outras duas pilhas restantes foram colocadas sobre outra lona, à medida que as pilhas eram transferidas, os resíduos eram misturados, formando uma única pilha
- a pilha foi dividida novamente em 4 pilhas menores, descartando novamente as duas opostas diagonalmente;
- as duas restantes foram homogeneizadas e divididas em duas novamente e descartando uma delas;
- a pilha restante foi transferida para uma das lonas, procedendo a triagem dos diversos materiais (ver Figura 35) e a gravimetria dos mesmos.



Figura 35- Triagem da amostra resultante do processo de quarteamento

Composição Física

Com o auxílio de planilha (APÊNDICE 2) foi possível registrar a composição física do lixo. Cada pessoa envolvida no processo selecionou um tipo de material, colocando-a dentro de caixas de papelão (ver Figura 36), cujo peso foi determinado previamente, conhecendo assim sua tara. O peso líquido de cada material era obtido subtraindo a tara da massa total.



Figura 36 - Triagem dos resíduos, separando-os por tipo de material

5.1.4 Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Pato Branco.

Este levantamento foi realizado nas datas correspondentes às estações conhecidas como Primavera e Verão, em 01 de novembro de 1996 e 08 de fevereiro de 1997, respectivamente.

A metodologia utilizada foi a mesma do item 5.1.3, acrescida no planejamento sobre o levantamento do peso dos resíduos coletados pelos caminhões.

O procedimento adotado para estes trabalhos seguiu as etapas descritas abaixo:

☐ Conhecer o peso total de resíduos coletados diariamente

O objetivo de reconhecer o peso coletado pelos caminhões de lixo foi para definir o dia da semana representativo e o tamanho das amostras a serem utilizadas. Para isto:

- levantou-se a estrutura existente empregada na coleta regular, dias e horários;
- manteve-se contato com o responsável pela balança o senhor Aureo Pedro Andreguette com capacidade para pesar veículos com até 60 toneladas (Marca Ferrando, precisão 5Kg), gerente da empresa Armazéns Gerais Sudoeste Ltda.;
- os caminhões foram pesados inicialmente durante uma semana no período compreendido entre 12 e 16 de agosto de 1996, após concluir a coleta nos períodos da manhã e da tarde, antes de descarregar os resíduos coletados, e após descarregá-los, para se conhecer a tara dos mesmos;
- esta pesagem foi repetida nos períodos de 04 a 08 Fevereiro, 16 a 20 de Fevereiro e 19 a 24 de maio de 1997.

☐ Realizar o levantamento das características dos resíduos no local do depósito

Para realizar esta etapa contou-se com o apoio de 6 membros da Cooperativa do Trabalho Informal de Pato Branco contratados pela Prefeitura.

- Selecionaram-se os resíduos coletados na sexta-feira, pois, de acordo com o levantamento realizado no mês de agosto, o peso conseguido neste dia da semana é o mais próximo do peso médio diário.
- Um dia antes aos trabalhos, os materiais como balanças, lona plástica, tambores e caixas, foram providenciados, bem como selecionou-se o local onde deveriam ser depositados os resíduos, para facilitar o quarteamento, separação e gravimetria;
- Os trabalhos deram início as 08:00 horas, orientando-se as pessoas colaboradoras sobre o processo do quarteamento, operando da mesma forma como descrito no item 5.1.3, sobre "Procedimento para coleta de amostras para análise de composição física", estes trabalhos de preparação das amostra estenderam-se até as 12:00 horas, reiniciando-se as 13:00 horas para a triagem e gravimetria, até as 16:30 horas;

5.2 Caracterização física dos resíduos de serviços de saúde

O objetivo sobre o levantamento das características físicas dos resíduos de serviços de saúde, é para se ter a noção precisa deste tipo de resíduo, considerado por muitos um monstro e por outros de menor ou igual periculosidade ao resíduo sólido domiciliar, podendo estabelecer relação com a melhor forma de tratamento do mesmo, desde a sua geração até seu destino final, fornecendo referencial para o gerenciamento integrado, apresentar os resultados aos responsáveis pelos estabelecimentos que prestam serviços de saúde para tomarem medidas compatíveis com a gravidade do caso.-

Os trabalhos para conhecimento dos resíduos foram divididos em duas etapas:

- I - Levantar tipos e número de estabelecimentos que geram resíduos de serviços de saúde;
- II - Levantar as características físicas dos resíduos de serviços de saúde.

I - A primeira etapa foi realizada no período de 14 a 25 de abril de 1997, procedendo-se da seguinte maneira:

- Planejamento do levantamento dos resíduos de serviços de saúde
 - conhecer os tipos de estabelecimentos e número destes;
 - obter apoio da vigilância sanitária, além de relação dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde;
 - elaborar questionário para levantar formas de manejo, tratamento e de disposição dos resíduos pelos estabelecimentos e pelo serviço de coleta do município;
 - levantar as características dos resíduos de serviços de saúde;
 - apresentá-los aos proprietários e/ou responsáveis pelos estabelecimentos e as autoridades envolvidas com a fiscalização, tanto dos estabelecimentos como dos resíduos de serviços de saúde.
-
- Obter junto à Vigilância Sanitária do município informações e apoio
 - Inicialmente manteve-se contato com a responsável pelo serviço de vigilância sanitária do município, médica veterinária Mara Schleder, expondo o objetivo do trabalho e conseguindo seu apoio, além de uma relação de nomes e endereços dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, cadastrados na cidade de Pato Branco;
 - levantar quantidades e formas de manejo e disposição dos resíduos
 - Este levantamento teve o propósito de quantificar previamente o volume e peso dos resíduos, conseguindo-se assim dimensionar o levantamento das características físicas no local do aterro, bem como verificar o tratamento que é dado aos resíduos de serviços de

saúde dentro dos estabelecimentos. Para isto, a metodologia empregada envolveu as seguintes atividades:

- elaborou-se questionário (APÊNDICE 4), o qual foi utilizado para entrevistar os responsáveis pelos estabelecimentos, e um panfleto informando da separação dos resíduos e sua coleta (APÊNDICE 5);
- treinamento: contou-se com o apoio de dois estagiários contratados pela Prefeitura, os quais foram treinados, explicando o objetivo do levantamento das informações, foram distribuídos para cada um questionários e etiquetas contendo o endereço dos estabelecimentos;
- entrevistas: os estagiários entrevistaram os responsáveis pelos estabelecimentos, além de distribuir o panfleto, orientaram sobre a separação dos resíduos para o levantamento das características;
- processamento dos dados, as informações coletadas foram tabuladas pelo software pesquisa para windows95, desenvolvido pelo Prof. Especialista Luís Carlos Ferreira Bueno do Curso de Processamento de Dados do CEFET-PR /UNED-PB, período da coleta de dados: 16/04/1997 à 24/04/1997;

II - A segunda etapa (Apêndice II) - Levantar as características físicas dos resíduos de serviços de saúde), atendeu à seqüência abaixo:

- Obter veículo apropriado para a coleta: o veículo utilizado foi um caminhão marca Mercedes Benz,, com furgão tipo baú, sob a responsabilidade da escola Irmã Dulce (atualmente este veículo é empregado para coleta seletiva do lixo da cidade);
- elaborar roteiro de coleta dos resíduos: após o levantamento do número de estabelecimentos e sua localização, foi elaborado roteiro, conforme mapa do Anexo A, onde os estabelecimentos foram locados;
- coleta: o Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura colocou à disposição dois garis coletando os resíduos dentro dos estabelecimentos, para evitar a coleta dos resíduos de domicílios ou de outro tipo de estabelecimento; os trabalhos de coleta compreenderam o período de 22 a 26 de abril de 1996, iniciando as 09:00h e concluindo as 12:00h; em cada estabelecimento eram coletados dois sacos contendo resíduos considerados infectantes em um destes, identificados com etiqueta escrito "infectante" ou pela cor branco leitosa com o símbolo internacional de resíduo infectante, e não-infectantes no outro; dentro do caminhão, cada tipo de resíduo foi disposto separadamente
- selecionar local para efetuar o levantamento das características físicas dos resíduos de serviços de saúde: o local escolhido foi dentro da área do aterro dos resíduos sólidos

domiciliares da cidade de Pato Branco, plano, afastado 50 metros das trincheiras, onde o lixo domiciliar é aterrado, o solo é profundo;

- construção de fosso para acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde: com o auxílio de retroescavadeira cedida pelo Departamento Municipal de Obras, foi construída uma vala medindo 6 metros de comprimento por 3 metros de largura e 3,5m de profundidade;
- triagem, separação e gravimetria: para esta atividade solicitou-se à Prefeitura contratar 6 trabalhadores da Cooperativa do Trabalho Informal de Pato Branco, além da aquisição de máscaras antipó, 8 pares de luvas cano longo, 8 aventais em material emborrachado; o CEFET - Unidade de Pato Branco cedeu duas balanças, uma com capacidade de 20 Kg e a outra com capacidade de 100 Kg; esta atividade foi realizada durante 6 dias iniciando-se às 13:00h e terminando entre as 16:30h e 17:00h, utilizando a metodologia seguinte:
 - ⊙ revestimento do local com duas lonas de polietileno, espessura de 200 micras, medindo 8m x 8m cada uma;
 - ⊙ os resíduos coletados pelo caminhão foram dispostos separando: aqueles considerados infectantes em uma extremidade e os não-infectantes ou administrativos na outra;
 - ⊙ antes de abrirem-se os sacos plásticos os resíduos foram pesados na balança com capacidade de 200 Kg, utilizando-se tambores metálicos com capacidade de 200 L;
 - ⊙ em seguida, os sacos plásticos tanto do material infectante e não-infectante foram abertos e efetuada a separação por tipos de materiais, e registrados em tabela elaborada para este fim (APÊNDICE 6).

Os materiais foram classificados da seguinte forma:

- matéria orgânica: todos os resíduos de origem vegetal e animal, normalmente descartados na preparação de alimentos e sobras de alimentos,
- banheiro: papel higiênico, fraldas descartáveis, absorventes femininos.
- infectante: todos os resíduos com resíduos de sangue (gaze, algodão, compressas, ataduras, esparadrapos, frascos coletores para líquidos biológicos, bolsas de sangue, drenos, sondas, tubos descartáveis), placas de Petri contendo culturas de microorganismos e outros materiais sujos de sangue, fezes, urina, pus ou outros líquidos orgânicos, agulhas, escalpes, seringas descartáveis, lâminas de bisturis de escanhoar e outras, tecidos orgânicos, placentas, fetos, membros;
- vidros: frascos vazios de vidro,
- plásticos: plástico filme e plástico duro, como sacos, garrafas, copos, frascos de soro, que não apresentaram resíduos de sangue ou outro material biológico;
- latas: latas de refrigerante;

- remédios: medicamentos sólidos e líquidos com prazos de validade vencidos
- fraldas
- outros: materiais como peças de gesso utilizadas para imobilização de membros, borrachas, madeira.

No último dia dos trabalhos, a vala foi coberta com uma camada de cal e com uma camada de 50 cm do material retirado durante a construção da vala.

Tabulação dos dados:

os dados obtidos foram tabulados utilizando a planilha eletrônica Excel, versão 4.0, da Microsoft;

5.3 Levantamento das operações de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.

Os trabalhos para coleta de dados, das operações envolvidas no serviço municipal de coleta regular de resíduos sólidos domiciliares, foram desenvolvidos seguindo a seqüência mostrada a seguir:

- a) Coleta de informações junto ao departamento municipal de limpeza
- b) Acompanhamento das atividades de coleta e levantamento das rotas, e de elementos para dimensionamento de um sistema de coleta
- c) Levantamento dos custos diretos envolvidos no serviço de coleta.

5.3.1 Coleta de informações

As informações foram coletadas junto aos Departamentos Municipais de Limpeza Urbana, Departamento de Viação e Obras, e de Recursos Humanos

No departamento de Limpeza Urbana foram solicitadas as informações:

- Frota de veículos e suas especificações,
- guarnição,
- períodos de coleta e
- áreas respectivas atendidas.

No Departamento de Viação e Obras:

Relação dos gastos com abastecimento e manutenção dos veículos e dos equipamentos

No Departamento de Recursos Humanos:

Salários pagos aos funcionários envolvidos no processo de coleta e respectivos encargos sociais.

5.3.2 Acompanhamento das atividades de coleta e levantamento das rotas.

Inicialmente tomou-se conhecimento da estrutura existente na divisão de limpeza urbana, como é mostrada no organograma da Figura 37.

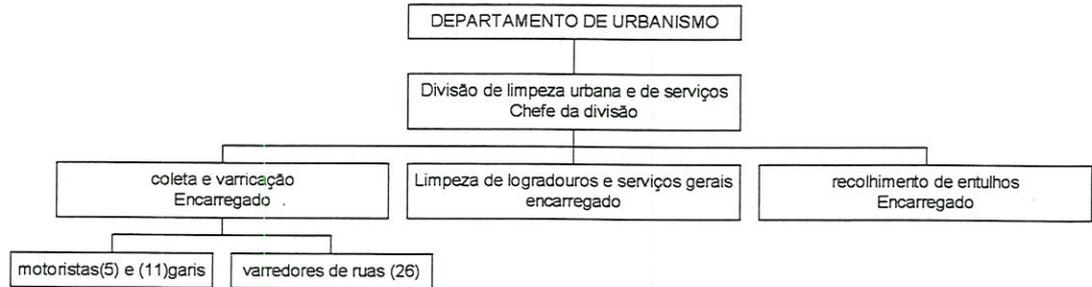


Figura 37 - Organograma parcial do setor onde está inserido o serviço de coleta de resíduos sólidos

Simultaneamente, com o auxílio de um croqui da cidade, o encarregado do setor de coleta e varrição, mostrou os veículos utilizados, para a coleta e sua distribuição, de acordo com as diversas freqüências de coleta.

A seguir acompanhou-se os trabalhos realizados pela guarnição, durante a coleta, registrando informações, conforme recomendado por FUZARO (1984), compondo a tabela do anexo A.

Com estes dados e utilizando o croqui da cidade, elaboraram-se tabelas de freqüências, e verificou-se o dimensionamento da frota de veículos.

5.3.3 Levantamento dos custos diretos envolvidos no serviço de coleta

Estas informações são geradas de acordo com o vínculo de responsabilidade de cada setor, assim o Departamento de Viação e Obras é o responsável pela manutenção dos veículos e abastecimento de combustível, o qual forneceu relação de custos de acordo com o veículo e num período de 10 meses. O Departamento de Recursos Humanos forneceu os dados referentes aos salários percebidos pelos funcionários do setor de coleta.



6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos serão apresentados na mesma seqüência utilizada na descrição da metodologia, ou seja:

1. levantamento das características físicas dos resíduos sólidos domiciliares;
2. levantamento das características físicas dos resíduos de serviços de saúde;
3. levantamento das operações de coleta dos resíduos domiciliares.

De acordo com o diagrama da Figura 38.

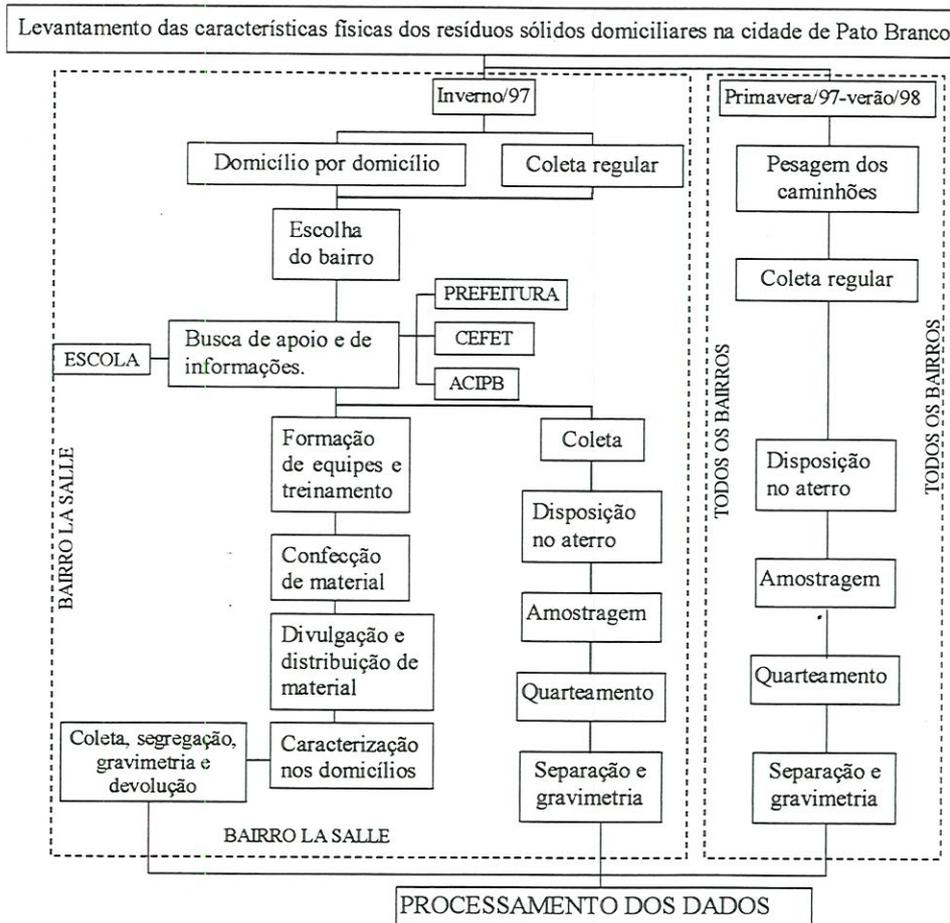


Figura 38 - Atividades desenvolvidas para levantar as características físicas dos resíduos sólidos domiciliares na cidade de Pato Branco, no período de maio/97 a fevereiro/98.

6.1 Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares.

Seguindo o diagrama da Figura 38, o levantamento foi dividido em duas etapas: levantamento das características físicas na fonte geradora, em cada domicílio do bairro "La Salle", e levantamento destes resíduos no aterro controlado da cidade;

1. levantamento das características físicas no aterro controlado da cidade.

6.1.1 Características físicas dos resíduos sólidos domiciliares do bairro "La Salle", na fonte geradora.

a) Levantamento Inicial

Dentro do proposto, levantaram-se os horários e dias de coleta para o bairro selecionado, junto ao Departamento Municipal de Limpeza Pública, isto ocorre na segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira, a partir das 13:00 horas.

Através dos alunos, do curso de Edificações do CEFET da Unidade de Pato Branco, envolvidos em levantamentos da infra-estrutura da cidade, foi obtido o croqui da cidade, com limitações dos bairros. O roteiro de coleta foi delimitado no mapa, juntamente com o motorista que faz este percurso, como é mostrado na Figura 39.

Inicialmente estimou-se que a quantidade de residências ultrapassaria o número de 1000, havendo a necessidade de várias equipes, distribuídas nas diversas ruas, coletando, separando e pesando os diversos materiais.

Foram compostas 5 equipes, com 5 elementos cada uma, correspondendo a cada uma, aproximadamente 180 residências, num período de quatro horas, devendo desenvolver uma velocidade de 45 domicílios/hora

b) Gravimetria do material separado em cada domicílio

Os trabalhos iniciaram-se as 8:00 horas, verificando que em algumas residências, os materiais não haviam sido segregados, (inquirindo sobre o fato, os moradores responderam que não foram comunicados, pois no horário da divulgação, não se encontravam na residência); isto dificultou a realização dos trabalhos, pois o tempo para separar os materiais aumentou, e os materiais, não eram corretamente separados pelos alunos colaboradores, resultando inicialmente em maiores quantidades classificadas como "outros materiais", conforme pode ser visto nas TABELAS 18, 19 e 20.

Os dados obtidos pelas coletas e gravimetria realizadas, foram heterogêneos, quanto ao número de domicílios amostrados, pois, como pode ser verificado na tabela TABELA 20, onde os domicílios amostrados na segunda-feira, 348, são em menor número aos amostrados na quarta-feira, 162.

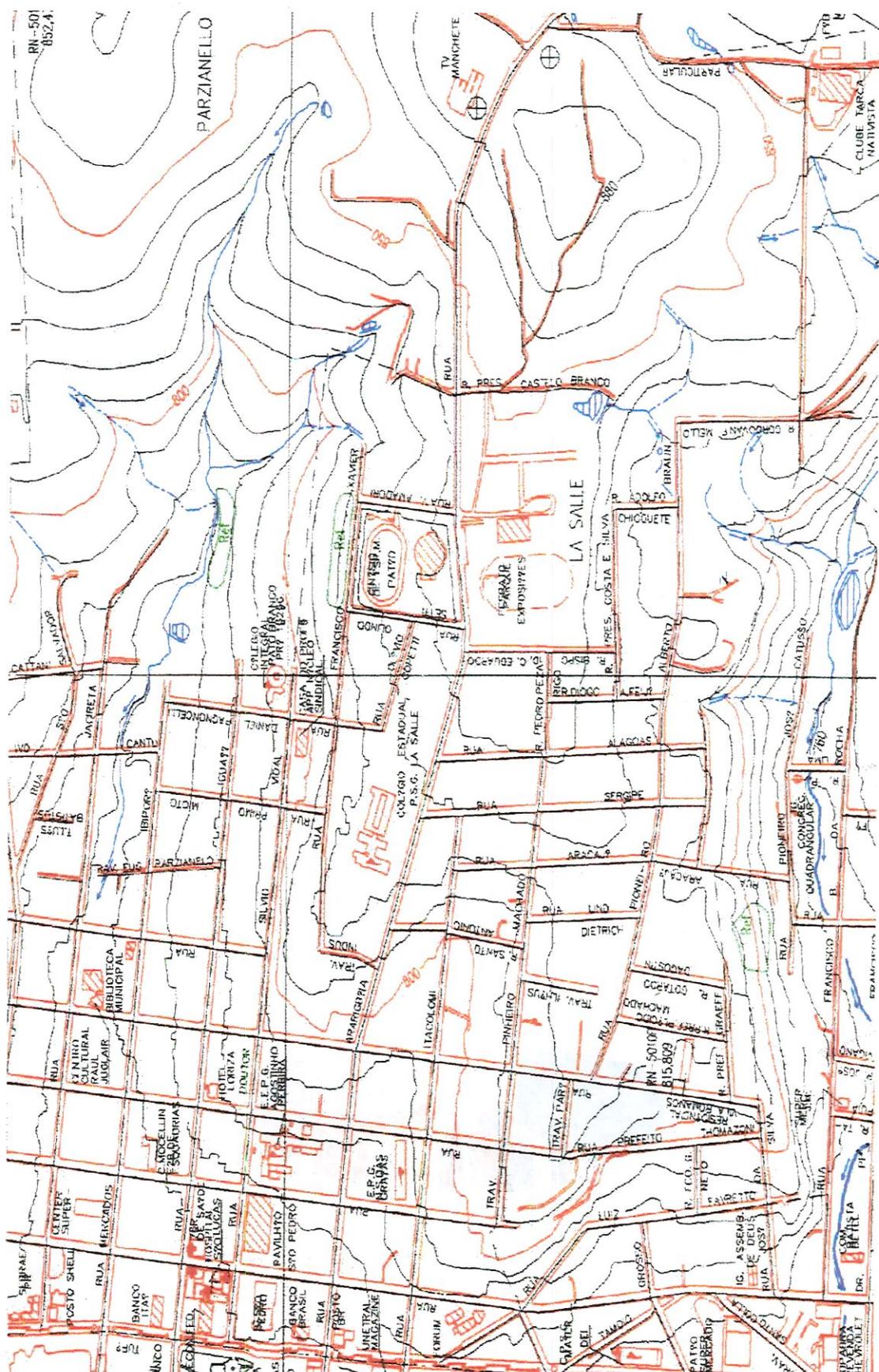


Figura 39 - Croqui mostrando as ruas que compõem o bairro "La Salle".

Inicialmente esperava-se que os dados obtidos, quantificando os resíduos diretamente nos domicílios, seriam totalmente confiáveis, porém ao comparar os resultados das coletas 1 e 2, constantes na TABELA 20, verificou-se que houve alguma discrepância, pois normalmente os resíduos coletados na segunda-feira, correspondem aos resíduos gerados nos dias sábado e domingo, e na quarta-feira aos resíduos gerados apenas na terça-feira, como pode ser verificado no gráfico da Figura 40.

TABELA 19 Resultados por equipes de trabalho, em quilos (Kg), em 15/07/96

MATERIAL	EQUIPE 1	EQUIPE 2	EQUIPE 3	EQUIPE 4	EQUIPE 5	TOTAIS	% (em massa)
mat. orgânica	26,324	38,335	91,700	8,430	51,250	216,039	35,98
banheiro	3,365	3,251	17,390	7,000	2,400	33,406	5,56
papel	2,240	2,000	20,860	0,240	2,950	28,290	4,71
papelão	2,770	0,155	10,685	0,800	0,200	14,610	2,43
plástico fino	0,000	0,580	7,415	0,085	3,150	11,230	1,87
plástico duro	0,000	3,450	8,055	2,020	1,000	14,525	2,42
vidro	0,000	4,810	12,600	0,230	0,600	18,240	3,04
metal ferroso	0,000	5,250	2,375	0,480	0,700	8,805	1,47
metal não ferroso	3,325	0,135	3,560	1,550		8,570	1,43
borracha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
trapo	0,000	0,000	1,850	0,000	0,000	1,850	0,31
outros	23,660	27,290	21,820	46,590	125,450	244,810	40,78
TOTAIS	61,684	85,256	198,310	67,425	187,700	600,375	100,0
residências	104	37	115	37	55	348	

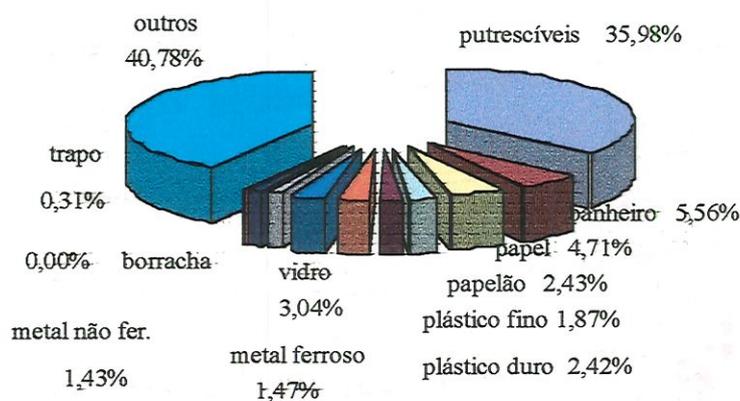


Figura 40 - Materiais encontrados nos resíduos sólidos domiciliares, do Bairro "La Salle", no período de 15 a 17/07/96, por amostragem domicílio a domicílio.

TABELA 20- Massa (em Kg) de materiais triados, encontrados nos resíduos sólidos domiciliares, na quarta-feira 17/17/96, no Bairro "La Salle".

Putrescível	Banheiro	Papel	Papelão	Plástico filme	Plástico	Vidro	Metal ferroso	Metal não-ferroso	Borracha	Trapo	Outros	Casas
10,900	0,700	6,000	0,035	0,780	0,240	1,500	0,100	3,650	2,355	0,120	2,115	5
11,115	2,500	5,860	1,120	0,065	0,980	0,030	0,100	3,650	0,390	1,000	12,040	2
5,000	0,715	0,140	2,620	1,745	0,265	1,490	0,280	3,650	0,170	0,110	1,835	3
5,910	0,270	4,810	0,500	0,010	0,960	4,150	0,440	0,030			8,980	3
2,890	0,930	0,480	0,300	0,890	2,800	2,070	4,810	1,090			6,160	5
5,050	0,170	0,680	0,820	2,390	3,440	0,700	0,210	0,250			2,650	4
6,780	0,730	0,380	0,470	1,760	1,000	2,250	0,900	0,60			12,140	2
2,960	1,180	1,520	1,560	0,790	4,900	3,250	1,860	0,250			16,895	6
13,980	2,750	0,190	1,000	0,100	0,415	3,630	3,260	0,100			6,650	4
4,980	0,790	0,100	1,270	0,500	0,730	1,960	0,600	0,800			1,210	3
4,030	4,900	0,900	0,485	0,500	0,675	1,460	0,600	0,380			25,690	4
25,320	3,350	2,200	3,625	1,750	0,290	1,725	2,500	0,090			3,890	1
18,250	0,150	17,700	0,205	0,400	3,980	0,695	0,355	0,095			12,104	3
20,940	0,650	5,000	1,000	0,750	0,395	1,090	0,330	0,040			0,980	5
2,500	2,200	6,000		0,100	0,520	1,200	0,210	0,160			0,610	7
2,400	0,100	1,500		0,330	0,635	2,285	2,025	0,130			1,250	9
2,600	0,500	0,005		0,340	0,270	2,290	0,630				0,700	1
2,000	0,500	1,555		0,085	1,690		0,740				6,20	4
18,000	0,750	0,348		0,010	0,480		0,315				2,10	4
2,250	0,110	0,485		0,160	0,420		0,150				9,000	4
4,180	0,140	1,760		0,355			0,800				13,000	4
25,475	0,785	0,440		0,190			0,390				3,750	3
6,475	2,360	2,160		0,290			0,215				5,000	5
6,005	1,340	1,700		0,050							0,640	6
9,295	1,185	0,470		1,700							19,875	3

TABELA 20- Massa (em Kg) de materiais triados, encontrados nos resíduos sólidos domiciliares, na quarta-feira 17/17/96 (continuação)

Putrescível	Banheiro	Papel	Papelão	Plástico filme	Plástico	Vidro	Metal ferroso	Metal não- ferroso	Borracha	Trapo	Outros	Casas
1,560	0,860										2,665	4
5,050	0,290										2,975	2
21,460	0,260										2,925	4
19,005	0,100										34,475	2
13,71	2,530										1,735	1
3,700	2,180										0,240	2
2,770											0,650	2
7,890											1,240	1
6,575											1,110	7
13,980											5,900	15
13,020											3,800	22
3,715												
331,720	35,975	62,383	15,010	16,040	25,085	31,775	21,820	14,965	2,915	1,230	233,18	162

TABELA 21 - Somatório e médias das massas (em kg) dos materiais encontrados nos resíduos sólidos domiciliares, no Bairro "La Salle", nos dias 15 e 17/07/96.

MATERIAL	COLETA 1 _(15/07/96)	COLETA 2 _(17/07/97)	MÉDIA	% (da massa total)
Orgânicos putrescíveis	216,039	331,720	273,880	39,3
banheiro	33,406	35,975	34,691	5,0
papel	28,290	62,383	45,337	6,5
papelão	14,610	15,010	14,810	2,2
plástico fino	11,230	16,040	13,635	2,0
plástico duro	14,525	25,085	19,805	2,8
vidro	18,240	31,775	25,008	3,6
metal ferroso	8,805	21,820	15,313	2,2
metal não ferroso	8,570	14,965	11,768	1,7
borracha	0,000	2,915	1,458	0,2
trapo	1,850	1,230	1,540	0,2
outros	244,810	233,179	238,995	34,3
TOTAIS:	600,375	792,097	696,236	100,0

Em virtude destes resultados, não mais foi realizada a determinação da gravimetria dos materiais a partir dos domicílios, e sim apenas a partir de todos os resíduos coletados em determinados dias da semana., conforme levantamento da massa coletada diariamente pelos veículos de coleta.

c) Gravimetria do material separado no aterro, com os resíduos coletados no bairro "La Salle"

Os resíduos sólidos coletados, após a classificação e gravimetria, foram coletados pelo veículo, tipo Colecon – Garwood, Nº 9401, iniciando a coleta as 13:00horas, e concluindo-a as 16:00 horas, em seguida deslocou-se até o local do aterro municipal de resíduos, onde foi escolhido local para depositar o material coletado. Decorrente do horário em que o caminhão despejava o lixo, os trabalhos para o levantamento das características físicas foi realizado no dias seguintes, ou seja na terça-feira 16 e na quinta-feira 18/07/96.

Como foi exposto na metodologia, no item 5.1.2, os trabalhos de quarteamento e gravimetria foram registrados na TABELA 22, resultando no gráfico da Figura 41, que resume as quantidades médias de cada material classificado.

TABELA 22 - Massa dos materiais encontrados nos resíduos sólidos urbanos do bairro "La Salle", referentes à coleta regular dos dias 15 e 17/07/96.

MATERIAL	Coleta 1 (15/07/96)	Coleta 2 (17/07/96)	Massa média (Kg)	Massa média (%)
mat. orgânica	58,300	60,447	59,374	57,7
banheiro	9,380	10,955	10,168	9,9
papel	12,600	5,315	8,958	8,7
papelão	1,910	9,678	5,794	5,6
plástico fino	5,870	5,578	5,724	5,6
plástico duro	2,380	2,483	2,432	2,4
vidro	4,890	6,102	5,496	5,3
metal ferroso	2,810	1,801	2,306	2,2
metal não fer.	0,620	0,227	0,424	0,4
borracha	0,300	0,105	0,203	0,2
trapo	1,610	0,822	1,216	1,2
outros	1,270	0,455	0,863	0,8
TOTAIS	101,940	103,968	102,954	100,0

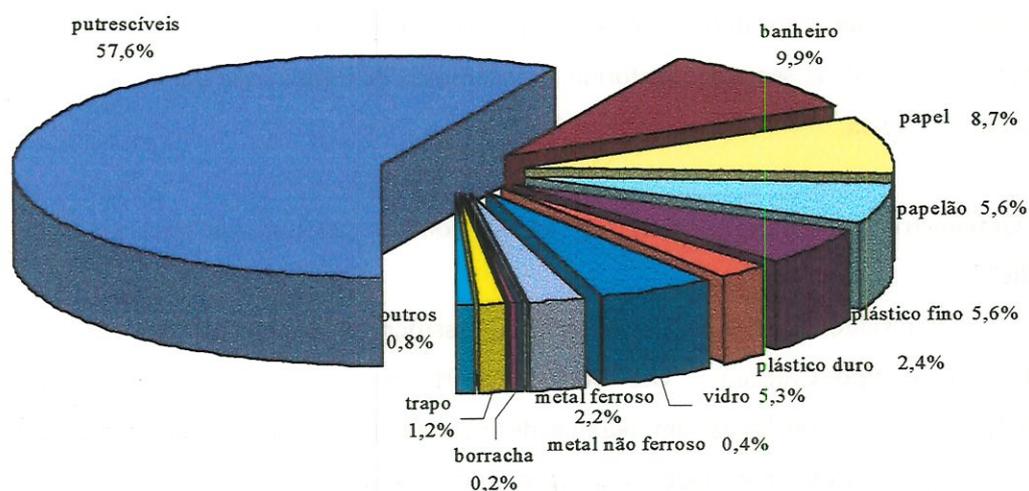


Figura 41 - Gráfico sobre os tipos e porcentagens de materiais encontrados nos resíduos sólidos urbanos do bairro "La Salle".

6.1.2 Características físicas dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco

Os resultados são apresentados em duas etapas:

I etapa - Determinação da massa dos resíduos sólidos urbanos coletados;

II etapa - Levantamento dos materiais que compõem os resíduos sólidos urbanos, durante as várias estações do ano.

I etapa - Determinação da massa dos resíduos sólidos urbanos coletados

- Levantamento da massa dos resíduos sólidos urbanos coletados diariamente, no período de uma semana de trabalho.

A massa dos resíduos foi registrado diariamente, conforme tabelas abaixo, obtendo o massa diária total coletada. Esta determinação foi possível, nos períodos compreendidos entre:

- 12 a 16 de agosto de 1996 (ver TABELAS 22 e 23);
- 4 a 7 de fevereiro de 1997 (ver TABELAS 24 e 25);
- 17 a 22 de fevereiro de 1997 (ver tabela TABELAS 26 e 27);
- 19 a 23 de maio de 1997 (ver TABELAS 28 e 29)

Nos campos que aparecem em branco, na coluna da massa total, o valor constante na coluna da massa líquido é resultado da média aritmética, calculada a partir dos dados coletados no mesmo dia da semana porém nos diferentes períodos registrados; a razão disto é pela impossibilidade dos veículos serem pesados, principalmente no período noturno, pois a balança utilizada é de particulares, e não funciona no período da noite, nos dias onde houve a determinação da massa deveu-se a não descarga dos resíduos à noite, sendo efetuado nas primeiras horas do turno da manhã, porém, algumas vezes promovendo o atraso na coleta no período diurno, por este motivo não era pesado, pois implicava em mais uma viagem até o local do aterro.

TABELA 23 - Pesagem de caminhões coletores de lixo no período de 12 a 16/08/96

segunda-feira		12/08/96	Massa (Kg)		
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	14530	6780
9401	AEM 7716	Pedro	7750	13710	5960
9401	AEM 7716	Valter	7750		5038
9401	AEM 7716	Valter	7750		5038
7901	PC 6453	Amarildo	6880	12410	5530
7901	PC 6453	Amarildo	6880	11740	4680
7201	PC 6448	Valdir	6880	11810	4930
7201	PC 6448	Valdir	6880	11680	4730
7201	PC 6448	Valdir	6880	10430	3550
7202	AEN 6749	Fernando	6850	11380	4480
7202	AEN 6749	Fernando	6850	10500	3650
7202	AEN 6749	Fernando	6850	9700	2850
				TOTAL:	54366

terça feira		13/08/96		Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	12190	4440
9401	AEM 7716	Pedro	7750	9830	2080
9401	AEM 7716	Pedro	7750	12110	4360
9401	AEM 7716	Pedro	7750	12700	4950
7901	PC 6453	Amarildo	6880	8550	1670
7901	PC 6453	Amarildo	6880	9130	2270
7901	PC 6453	Amarildo	6880	9270	2390
7901	PC 6453	Amarildo	6880	9450	2570
7201	PC 6448	Valdir	6880	11050	4120
7201	PC 6448	Valdir	6880	9480	2550
7201	PC 6448	Valdir	6930	10640	3710
7201	PC 6448	Valdir	6850	8830	1980
7202	AEN 6749	Fernando	6850	11620	4770
7202	AEN 6749	Fernando	6850	8640	1790
7202	AEN 6749	Fernando	6850	10830	2000
				TOTAL	45650

quarta feira		14/08/96		Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	10320	2570
9401	AEM 7716	Pedro	7750	10150	2400
9401	AEM 7716	Pedro	7750	8700	950
9401	AEM 7716	Valter	7750		4153
7201	PC 6448	Valdir	6880	11700	4820
7201	PC 6448	Valdir	6930	9230	2300
7201	PC 6448	Valdir	6930	8610	1680
7202	AEN 6749	Fernando	6850	8295	1445
7202	AEN 6749	Fernando	6850	8710	1860
7901	PC 6453	Amarildo	6880		2150
7901	PC 6453	Amarildo	6880		2150
				TOTAL	26474

quinta feira		14/08/96		Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	10030	2280
9401	AEM 7716	Pedro	7750	12390	4640
9401	AEM 7716	Pedro	7750		3785
9401	AEM 7716	Pedro	7750		3785
7901	PC 6453	Amarildo	6880	8680	1800
7901	PC 6453	Amarildo	6880	8050	1770
7201	PC 6448	Valdir	6880	9270	2390
7201	PC 6448	Valdir	6930	8580	1680
7202	AEN 6749	Fernando	6850	9170	2320
7202	AEN 6749	Fernando	6850	8620	1770
				TOTAL	26220

caminhão	sexta feira 15/08/96		Massa (Kg)		
	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	15470	7720
9401	AEM 7716	Pedro	7750	10900	3150
9401	AEM 7716	Valter	7750		4495
9401	AEM 7716	Valter	7750	12060	4310
7901	PC 6453	Amarildo	6880	9530	2650
7901	PC 6453	Amarildo	6880	9730	2850
7201	PC 6448	Valdir	6880	10750	3870
7201	PC 6448	Valdir	6880	10550	3670
7202	AEN 6749	Fernando	6850	9670	2820
7202	AEN 6749	Fernando	6850	10140	3290
TOTAL				38825	38825

A partir da determinação da massa de todos os resíduos coletados pelos veículos do departamento de Limpeza Pública, foi possível definir melhor o dia mais apropriado para realizar o levantamento em questão, como pode ser melhor entendido através da TABELA 24 e da Figura 42, que resumem o massa diária coletada, durante uma semana, onde é mostrado comparativamente a produção de resíduos.

TABELA 24 - Massas totais, diárias em quilos, dos resíduos coletados de 12 a 16 de agosto de 1996

2a. feira	3a. feira	4a. feira	5a. feira	6a. feira	massa total (kg)	\bar{X} (kg)	σ_n (kg)
54366	45650	26474	26220	38825	191535	38307	12229



Figura 42 - Variação diária dos resíduos sólidos urbanos coletados no período de 12 a 16 de Agosto de 1996

Notar que ocorre uma grande variação, com relação a produção média, o desvio padrão neste caso é de $\sigma = 12229$ kg, principalmente na segunda-feira, devido à não coleta de resíduos no domingo, que corresponde ao descanso semanal dos funcionários, refletindo-se, ainda na terça-feira, em função da periodicidade da coleta acontecer na terça, quinta e sábado; bem como, notar também, a redução de resíduos na quarta-feira e na quinta-feira.

A partir desta análise, escolheu-se a sexta-feira, como dia da semana mais representativo, para realizar a determinação dos componentes dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco. Pois, como pode ser visto é neste dia que os resíduos coletados se aproximam da média aritmética (38307 kg).

A seguir é apresentado o massa diária dos caminhões no período compreendido entre 4 e 8 de fevereiro de 1997, através das TABELAS 25 e 26 e da Figura 43.

TABELA 25 - Determinação da massa dos resíduos coletados no período de 04 a 08/08/97

3ª Feira 04/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Fernando	7810	12790	4980
9401	AEM 7716	Fernando	7810	10550	2760
7901	PC 6453	Amarildo	6800	10560	3760
7901	PC 6453	Amarildo	6800	11750	4950
7201	PC 6448	Valdir	6950	12060	5110
7202	AEN 6749	Aldori	6900	11410	4510
7202	AEN 6749	Aldori	6850	11970	5070
7201	PC 6448	Valdir	6950		4533
9401	AEM 7716	Valter	7810		4468
9401	AEM 7716	Valter	7810		4468
				TOTAL:	44609

4a. Feira 05/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Fernando	7810	10930	3120
9401	AEM 7716	Fernando	7810	10830	3020
9401	AEM 7716	Valter	7810	11040	4090
9401	AEM 7716	Valter	7810		4153
7901	PC 6453	Amarildo	6800	9090	2890
7901	PC 6453	Amarildo	6800	9090	2290
7201	PC 6448	Valdir	6950	9370	2420
7201	PC 6448	Valdir	6950	9980	3030
7201	PC 6448	Valdir	6950	9290	2340
7202	AEN 6749	Aldori	6900	9050	2150
7202	AEN 6749	Aldori	6850	8700	1800
				TOTAL	31303

5a. Feira 06/02/97				Massa (Kg)	
Caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Fernando	7810	9660	1850
9401	AEM 7716	Fernando	7810	9700	1890
9401	AEM 7716	Valter	7810	12720	5110
9401	AEM 7716	Valter	7810		3785
7901	PC 6453	Amarildo	6800	8670	1870
7901	PC 6453	Amarildo	6800	7950	1150
7201	PC 6448	Valdir	6950	11040	4090
7201	PC 6448	Valdir	6950	8880	1930
7201	PC 6448	Valdir	6950	10840	3890
7202	AEN 6749	Aldori	6900	8270	1370
7202	AEN 6749	Aldori	6850	9110	2210
				TOTAL	29145

6a. Feira 07/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Fernando	7810	11100	3290
9401	AEM 7716	Fernando	7810	11060	3250
9401	AEM 7716	Valter	7810	12670	4680
9401	AEM 7716	Valter			4495
7901	PC 6453	Amarildo	6800	9910	3110
7901	PC 6453	Amarildo	6800	10200	3400
7201	PC 6448	Valdir	6950	10500	3550
7201	PC 6448	Valdir	6950	10770	3820
7202	AEN 6749	Aldori	6900	9930	3030
7202	AEN 6749	Aldori	6850	10190	3290
				TOTAL	35915

TABELA 26 - Quantidades totais, diárias em quilos, dos resíduos coletados entre 04 e 07 de fevereiro de 1997

3a. feira	4a. feira	5a. feira	6a. feira	massa total	\bar{X}	σ_n
				(kg)	(kg)	(kg)
44609	31303	29185	35915	141012	35253	6841

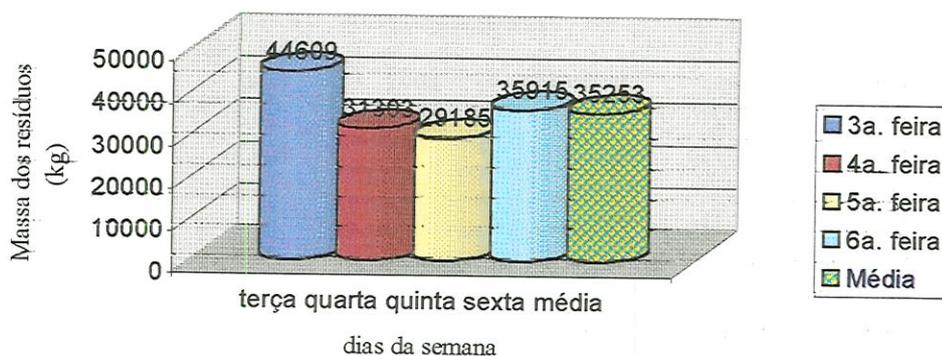


Figura 43 - Variação diária dos resíduos sólidos urbanos coletados no período de 04 a 07 de fevereiro de 1997

Apesar de não se conseguir a massa dos resíduos sólidos urbanos, coletados na segunda-feira, 03/02/97, o massa médio, está próximo do valor gerado na sexta-feira, como pode ser verificado nas TABELAS 27 e 28, e no gráfico da Figura e Figura44 e na confirmando, a escolha da sexta-feira para efetuar a amostragem dos resíduos.

TABELA 27 - Determinação da massa dos resíduos coletados no período de 17 a 22/02/97

2a. Feira 17/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7770	12050	4280
9401	AEM 7716	Pedro	7770		5038
9401	AEM 7716	Valter	7300	14700	7260
9401	AEM 7716	Valter	7770		5038
7901	PC 6453	Amarildo	6800	10560	3760
7901	PC 6453	Amarildo	6800		4395
7201	PC 6448	Valdir	6950	11860	4910
7201	PC 6448	Valdir	6950		4533
7202	AEN 6749	Aldori	6900	12200	5250
7202	AEN 6749	Aldori	6850		3848
				TOTAL	48312

3a. Feira 18/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7770	10060	2290
9401	AEM 7716	Valter	7780	12980	5200
9401	AEM 7716	Pedro	7770	11570	3800
9401	AEM 7716	Valter			4223
7901	PC 6453	Amarildo	6800	10070	3270
7901	PC 6453	Amarildo	6800	9460	2660
7201	PC 6448	Valdir	6950	10750	3800
7201	PC 6448	Valdir	6950	11620	4670
7202	AEN 6749	Aldori	6900	9680	2730
7202	AEN 6749	Aldori	6900	10120	3220
				TOTAL	35863

4a. Feira 19/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7780	11620	3840
9401	AEM 7716	Pedro	7770	10950	3170
9401	AEM 7716	Valter	7780	13580	5800
9401	AEM 7716	Valter	7780		4153
7901	PC 6453	Aldori	6800	8900	2100
7901	PC 6453	Amarildo	6800	9550	2750
7201	PC 6448	Valdir	6950	9850	3050
7201	PC 6448	Valdir	6950	10990	4040
7202	AEN 6749	Aldori	6900	9300	2350
7202	AEN 6749	Aldori	6900		1833
				TOTAL	33086

TABELA 27 - Determinação da massa dos resíduos coletados no período de 17 a 22/02/97
(continuação)

5a. Feira 20/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7780	8700	920
9401	AEM 7716	Pedro	7780		2369
9401	AEM 7716	Valter	7780		3785
9401	AEM 7716	Valter	7300	10240	2460
7901	PC 6453	Amarildo	6800	8430	1630
7901	PC 6453	Amarildo	6800	8730	1930
7201	PC 6448	Valdir	6950	9020	2970
7201	PC 6448	Valdir	6950	9440	2490
7202	AEN 6749	Aldori	6900	10800	3900
7202	AEN 6749	Aldori	6850		2587
				TOTAL	25041

6a. Feira 21/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7760	11000	3240
9401	AEM 7716	Pedro	7770	11000	3230
9401	AEM 7716	Valter	7770	12250	4480
9401	AEM 7716	Valter	7770	10840	3070
7901	PC 6453	Amarildo	6800	10320	3520
7901	PC 6453	Amarildo	6800	9900	3100
7201	PC 6448	Valdir	6950	10490	3470
7201	PC 6448	Valdir	6950	10890	3850
7202	AEN 6749	Aldori	6900	9260	2360
7202	AEN 6749	Aldori	6900	10100	3200
				TOTAL	33520

sábado 22/02/97				Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Total	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7770	10740	2970
9401	AEM 7716	Valter	7770		4225
9401	AEM 7716	Valter	7770		4225
7901	PC 6453	Amarildo	6800		2450
7201	PC 6448	Valdir	7020	10330	3310
7202	AEN 6749	Aldori	6900		2025
				TOTAL	19205

Este foi um dos períodos no qual foi possível obter a massa de alguns caminhões no dia "sábado", quando a coleta é realizada apenas no turno da manhã, com exceção do veículo N° 9401, que faz duas coletas no período, porém apenas 2 veículos foram conduzidos à balança, estimando a massa dos outros pela média aritmética da massa obtida durante os turnos correspondentes, tanto diurno e noturno, nos diversos períodos em que se obteve sua massa.

Objetivando justificar o dia mais representativo, para a triagem e gravimetria dos componentes dos resíduos sólidos urbanos, para este período, foram considerados os dados referentes aos dias da semana segunda-feira, terça-feira, quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira, conforme é mostrado na TABELA 28 e na Figura 46, pois nos períodos, quando não foi possível obter estes dados, o massa médio é referente aos dias supracitados. O que favorece a análise, através de uma representação gráfica comparativa.

TABELA 28 - Massa total diária, em quilos, dos resíduos coletados de entre 17 e 22 de fevereiro de 1997

2ª feira	3ª feira	4ª feira	5ª feira	6ª feira	massa total (kg)	\bar{X} (kg)	σ_n (kg)
48312	35863	33086	25041	33520	175822	35164,4	8409,1

Neste período o massa médio encontrado está próximo da massa obtida na terça- feira.

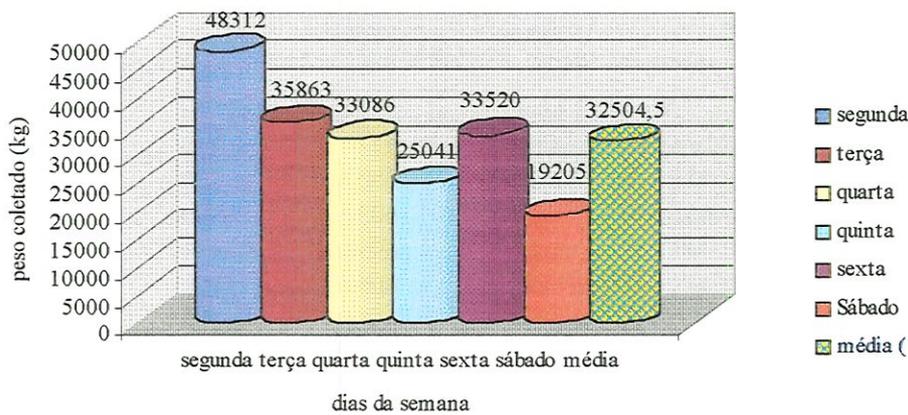


Figura 44 - Variação diária das massas de resíduos sólidos urbanos coletados no período de 17 a 21 de fevereiro de 1997.

Porém ao incluir os dados de sábado, o valor médio coletado novamente fica próximo da massa obtida na sexta feira.

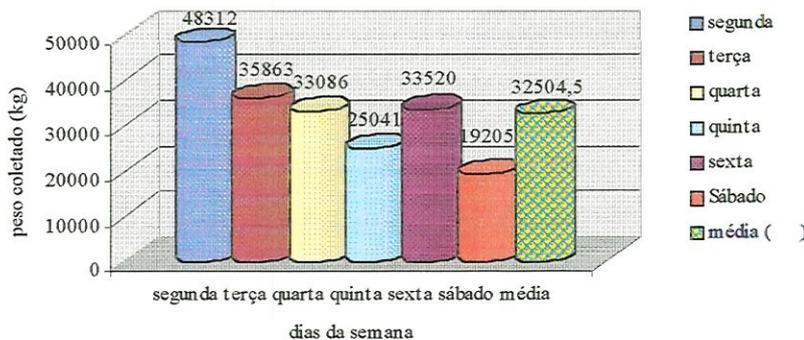


Figura 15 - Variação diária dos resíduos sólidos urbanos coletados no período de 17 a 22 de fevereiro de 1997.

TABELA 29 - Massa dos resíduos coletados no período de 19 a 23 de maio de 1997

segunda-feira - 19/05/97			Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	4150
9401	AEM 7716	Pedro	7750	4020
9401	AEM 7716	Valter	7750	5038
9401	AEM 7716	Valter	7750	5038
7901	PC 6453	Amarildo	6880	2870
7901	PC 6453	Amarildo	6880	3610
7201	PC 6448	Valdir	6880	4640
7201	PC 6448	Valdir	6880	4440
7202	AEN 6749	Fernando	6850	2980
7202	AEN 6749	Fernando	6850	3880
			TOTAL	40666

terça-feira - 20/05/97			Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	2410
9401	AEM 7716	Pedro	7750	4020
9401	AEM 7716	Valter	7750	3360
9401	AEM 7716	Valter	7750	4468
7901	PC 6453	Amarildo	6880	3130
7901	PC 6453	Amarildo	6880	3930
7201	PC 6448	Valdir	6880	4560
7201	PC 6448	Valdir	6880	1670
7202	AEN 6749	Fernando	6850	3210
7202	AEN 6749	Fernando	6850	2920
			TOTAL	33676

quarta-feira - 21/05/97			Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	Tara	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	2580
9401	AEM 7716	Pedro	7750	2070
9401	AEM 7716	Valter	7750	4153
9401	AEM 7716	Valter	7750	4153
7901	PC 6453	Amarildo	6880	1910
7901	PC 6453	Amarildo	6880	960
7201	PC 6448	Valdir	6880	700
7201	PC 6448	Valdir	6880	2040
7202	AEN 6749	Fernando	6850	960
7202	AEN 6749	Fernando	6850	2265
			TOTAL	21791

TABELA 29 - Massa dos resíduos coletados no período de 19 a 23 de maio de 1997

(continuação)			Massa (Kg)	
quinta-feira - 22/05/97			tara	Líquido
caminhão	placa	motorista		
9401	AEM 7716	Pedro	7750	3350
9401	AEM 7716	Pedro	7750	1650
9401	AEM 7716	Valter	7750	3785
9401	AEM 7716	Valter	7750	3785
7901	PC 6453	Amarildo	6880	1780
7901	PC 6453	Amarildo	6880	1380
7201	PC 6448	Valdir	6880	1290
7201*	PC 6448	Valdir	6880	5450
7201	PC 6448	Valdir	6880	3550
7202	AEN 6749	Fernando	6850	2600
7202	AEN 6749	Fernando	6850	3940
			TOTAL	32560

sexta-feira - 23/05/97			Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	3755
9401	AEM 7716	Pedro	7750	4680
9401	AEM 7716	Valter	7750	4495
9401	AEM 7716	Valter	7750	4495
7901	PC 6453	Amarildo	6880	3240
7901	PC 6453	Amarildo	6880	4590
7201	PC 6448	Valdir	6880	4890
7201	PC 6448	Valdir	6880	4330
7202	AEN 6749	Fernando	6850	3510
7202	AEN 6749	Fernando	6850	4720
			TOTAL	42705

sábado - 24/05/97			Massa (Kg)	
caminhão	placa	motorista	tara	Líquido
9401	AEM 7716	Pedro	7750	3605
9401	AEM 7716	Valter	7750	4225
9401	AEM 7716	Valter	7750	4225
7901	PC 6453	Amarildo	6880	2450
7201	PC 6448	Valdir	6880	4225
7202	AEN 6749	Fernando	6850	2025
			TOTAL	20755

Como resultado dos dados obtidos, elaboraram-se as TABELAS 30, 31, 32, 33, e os gráficos das Figuras 46 a 54, mostrados abaixo, com o objetivo de analisar a variação diária durante este período, observando a massa da sexta-feira, acima da massa coletada na segunda-feira, e analisando que os veículos que realizam a coleta neste dia, também são

responsáveis pela coleta na terça-feira, quando a massa coletada ficou abaixo da massa coletada normalmente, este fato tem ocorrido freqüentemente, em função do incentivo e apoio aos funcionários para freqüentar a escola e concluir cursos regulares de ensino básico e médio, nos horários das 07:00 as 9:00 horas, atrasando a coleta, que inicia as 07:30horas, assim os resíduos deixam de ser retirados, acumulando-se para a próxima coleta, ou seja para a sexta-feira. Resultando, para esta semana, como dia representativo a terça-feira, para determinar os componentes dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco.

TABELA 30 - Massa diária total (Kg), referente ao período de 19 a 23 de maio de 1997.

2a. feira	3a. feira	4a. feira	5a. feira	6a. feira	Média	Massa total
40666	33678	21791	32560	42705	34280	171400

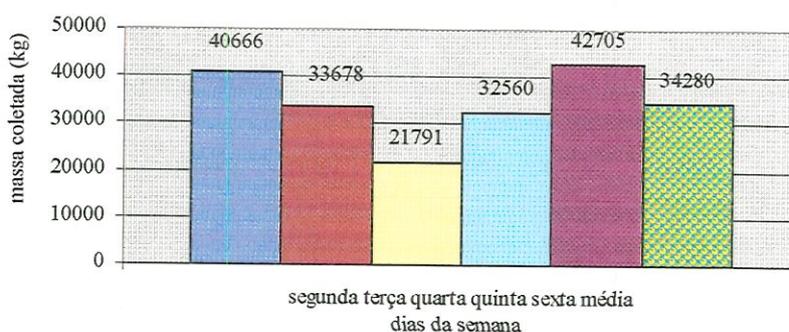


Figura 46 - Variação da massa dos resíduos coletados no período de 19 a 23/05/97

Neste período foi possível registrar a massa dos resíduos de alguns veículos durante o sábado, resultando na tabelas e gráfico abaixo, e a massa média mais próxima da massa obtida na quinta-feira.

TABELA 31 - Massa diária total em quilos, referente ao período de 19 a 24 /05/97

2a. feira	3a. feira	4a. feira	5a. feira	6a. feira	sábado	Média	σ_n	Total
40666	33678	21791	32560	42705	20755	32025,8	9203,21	192155

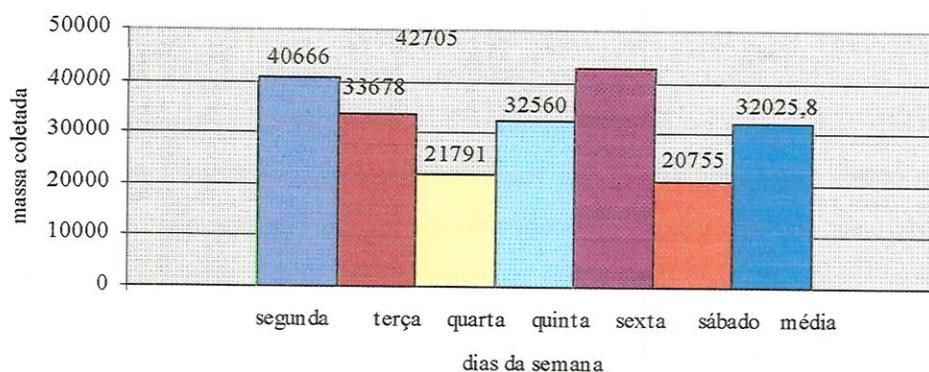


Figura 47 - Variação da massa dos resíduos coletados no período de 19 a 24/05/97.

Na TABELA 49, estão os dados referentes às quantidades, em massa, totais e a média aritmética, dos resíduos sólidos urbanos coletados nos diversos períodos, com o objetivo de comparar a variação da massa média semanal. Resultando na confecção dos gráficos das Figuras 47 a 54.

Massa média diária coletada: 34273 kg (obtido a partir da soma de todas as coletas e dividido pelo número de coletas registradas, independente do período), e considerando esta média pode-se afirmar que a massa total coletada semanalmente é 192153 kg (correspondente a 6 dias de coleta), o que significa que a cidade de Pato Branco gera diariamente 293777 kg/dia de resíduos sólidos urbanos.

Para melhor utilização dos veículos e elaboração de roteiros, deve ser utilizado este valor como referencial., pois quanto mais próximo deste valor, melhor será a distribuição dos veículos.

TABELA 32 - Resumo comparativo da massa coletada nos diversos períodos

Período	Dias da semana e massa coletada (kg)						Massa total	Média/dia
	2ª feira	3ª feira	4ª feira	5ª feira	6ª feira	sábado		
12 a 16/08/97	54366	45650	26478	26220	38825		191539	38307
05 a 08/02/97		44609	31303	29185	35915		141012	35253
17 a 22/02/97	48312	35863	33086	25041	33520	19205	195027	35164
19 a 23/05/97	40666	33678	21791	32560	42705	20755	192155	34280
Totais/dia	143344	159800	112658	113006	150965	39960	719733	34273

TABELA 33 - Massas médias (em Kg) dos resíduos coletadas no período de 12/08/96 a 19/05/97

médias	47781,33	39950	28164,5	28251,5	37741,25	19980	201868,6
---------------	-----------------	--------------	----------------	----------------	-----------------	--------------	-----------------

Massa média coletada: 34273 kg/dia

Apesar de ocorrerem atrasos nas coletas dos dias estipulados, havendo o acúmulo dos resíduos para os próximos, conforme periodicidade estabelecida, as massas médias coletadas demonstram que é na segunda-feira e na terça-feira que ocorrem as maiores contribuições; os valores muito semelhantes obtidos na quarta-feira e quinta-feira, demonstra que até na terça-feira todos os resíduos gerados durante o sábado e domingo, em alguns setores, e em outros setores inclusive os de segunda-feira foram coletados. Uma análise mais completa poderá ser efetuada a partir do conhecimento das rotas dos veículos coletores, a ser apresentado no item 6.3, que trata sobre o levantamento operacional do transporte de resíduos sólidos urbanos.

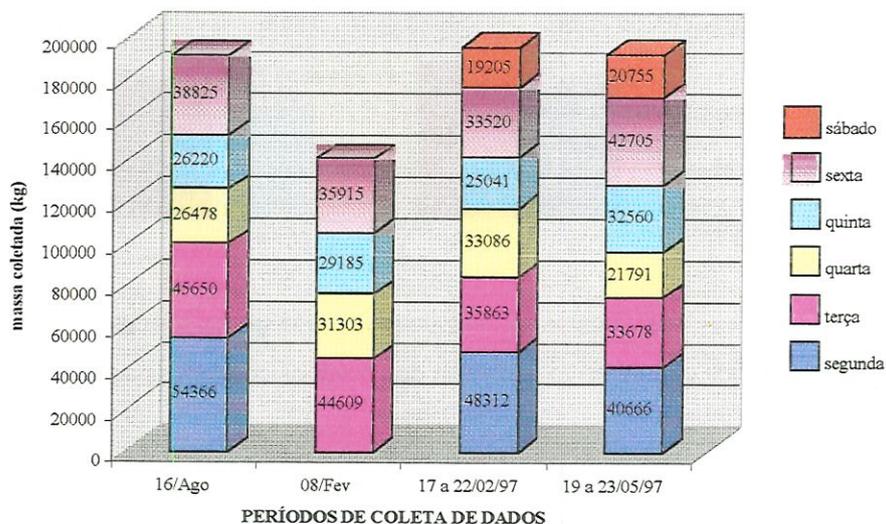


Figura 48 - Quadro comparativo da massa diária dos resíduos coletados.

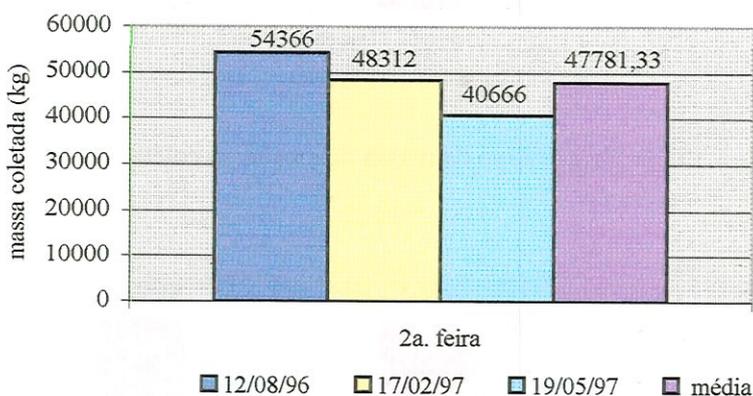


Figura 49 gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas segundas-feiras.

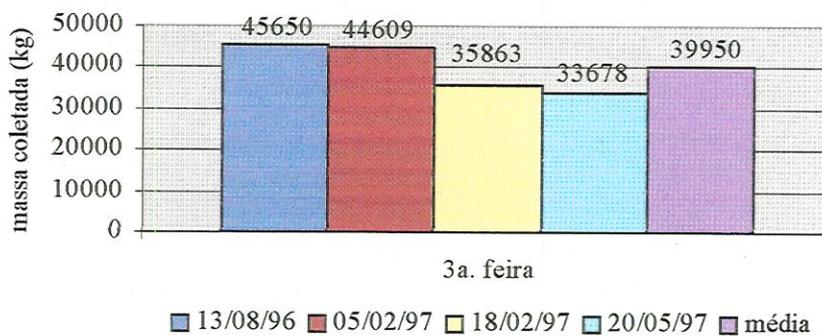


Figura 50 - gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas terças-feiras.

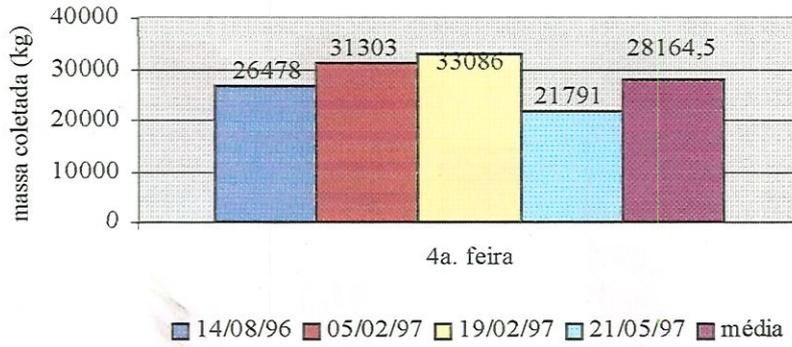


Figura 51 - Gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas quartas-feiras.

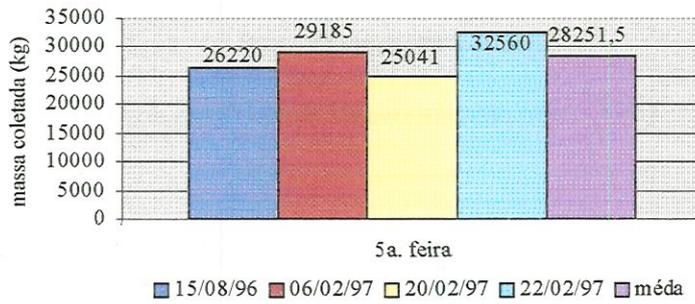


Figura 52 - Gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas quintas-feiras.

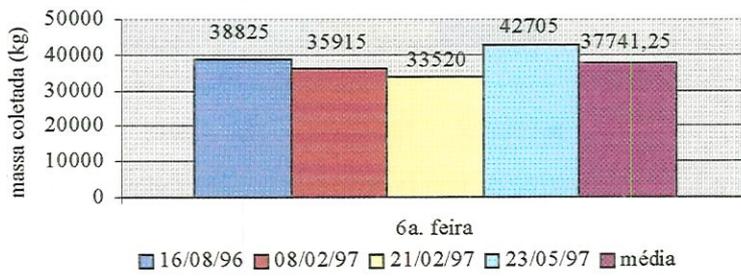


Figura 53 - Gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados nas sextas-feiras.

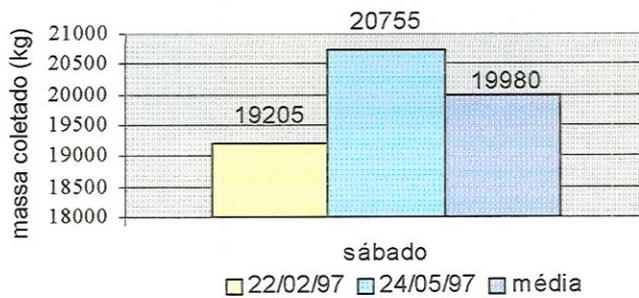


Figura 54 - Gráfico comparativo da massa dos resíduos coletados aos sábados.

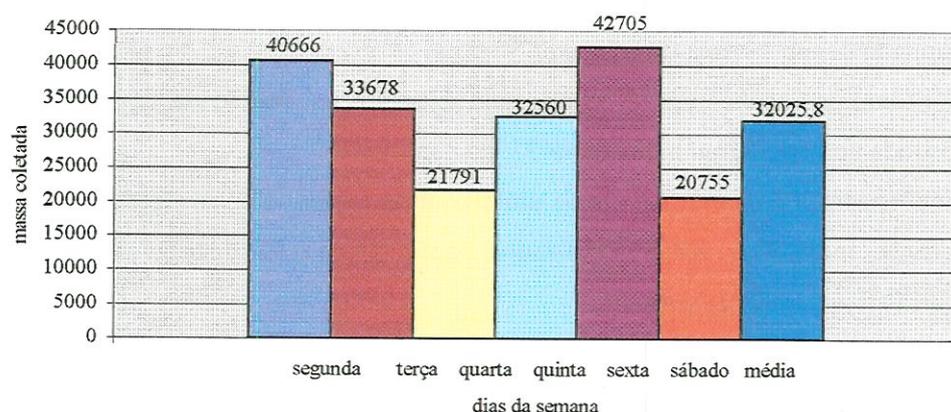


Figura 55 - Gráfico comparativo das massas médias dos resíduos coletados de segunda a sábado.

6.1.3 Levantamento das operações de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.

Os trabalhos para coleta de dados, das operações envolvidas no serviço municipal de coleta regular de resíduos sólidos domiciliares, foram desenvolvidos seguindo a seqüência mostrada a seguir:

Coleta de informações junto ao Departamento Municipal de Limpeza

Acompanhamento das atividades de coleta e levantamento das rotas, e de elementos para dimensionamento de um sistema de coleta

Levantamento dos custos diretos envolvidos no serviço de coleta.

□ Coleta de informações

As informações foram coletadas junto aos departamentos municipais de Limpeza Urbana, de viação e obras, e no Departamento de Recursos Humanos.

No Departamento de Limpeza Urbana foram solicitadas as informações:

- Frota de veículos e suas especificações;
- guarnição,
- períodos de coleta e
- áreas respectivas atendidas

No Departamento de Viação e Obras:

Relação dos gastos com abastecimento e manutenção dos veículos e dos equipamentos

No Departamento de Recursos Humanos:

Salários pagos aos funcionários envolvidos no processo de coleta e respectivos encargos sociais.

❑ Acompanhamento das atividades de coleta e levantamento das rotas, e de elementos para dimensionamento de um sistema de coleta

Inicialmente tomou-se conhecimento da estrutura existente na divisão de limpeza urbana, como é mostrada no organograma da Figura 37, do item 5.3.2.

Simultaneamente, com o auxílio de um croqui da cidade, o encarregado do setor de coleta e varrição, mostrou os veículos utilizados, para a coleta e sua distribuição, de acordo com as diversas frequências de coleta.

A seguir acompanharam-se os trabalhos realizados pela guarnição, durante a coleta, registrando informações, conforme recomendado por FUZARO (1984), ver ANEXOS A e B, compondo a tabela 68.

Com estes dados e utilizando o croqui da cidade, elaborou-se tabelas de frequências, e verificou-se o dimensionamento da frota de veículos.

❑ Levantamento dos custos diretos envolvidos no serviço de coleta

Estas informações são geradas de acordo com o vínculo de responsabilidade de cada setor, assim o Departamento de Viação e Obras é o responsável pela manutenção dos veículos e abastecimento de combustível, o qual forneceu relação de custos de acordo com o veículo e num período de 10 meses. O Departamento de Recursos Humanos forneceu os dados referentes aos salários percebidos pelos funcionários do setor de coleta.

6.1.4 Características físicas dos resíduos sólidos urbanos, durante várias estações do ano.

Resultados do levantamento dos materiais encontrados nos resíduos sólidos domiciliares no período referentes às estações do ano primavera e verão.

Inicialmente propôs-se efetuar o levantamento dos componentes dos resíduos sólidos urbanos, também no período representado pelo outono, mas a elevada precipitação pluviométrica impossibilitou os trabalhos.

Os dados gerados no levantamento dos componentes dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco, na data de 01/11/96, referente à coleta realizada no dia anterior, ou seja 31/10/96, correspondente a uma quinta-feira, pelos levantamentos realizados para obter dados do peso dos resíduos sólidos urbanos gerados pela população de Pato Branco, concluindo-se que o dia mais representativo para realizar a identificação dos componentes dos resíduos é na sexta-feira, porém, fatores como feriado no sábado, que neste caso foi 02 de novembro, considerado como "Dia de Finados", não seria possível conseguir pessoas para

auxiliar nos trabalhos de triagem e gravimetria, por este motivo foram escolhidos os resíduos de quinta-feira. Resultando na TABELA 34 e no gráfico da Figura 56.

TABELA 34 Componentes encontrados durante caracterização de resíduos em 01/11/96

MATERIAL	MASSA(Kg)	% (em peso)
putrescíveis	46,3	46,505%
plástico filme	12,18	12,234%
banheiro	8,7	8,738%
papelão	6,66	6,689%
papel	6,45	6,479%
outros	5,28	5,303%
plástico duro	4,54	4,560%
metal ferroso	3,97	3,988%
trapo	3,87	3,887%
vidro	0,61	0,613%
metal não ferroso	0,51	0,512%
borracha	0,49	0,492%
TOTAL	99,56	100%

Nesta amostragem, houve a predominância de putrescíveis, assim como nas amostragens realizadas no bairro "La Salle", ainda que em percentagem ; os plásticos finos ou plástico filme, ocupam a 2ª colocação, resíduos do banheiro foram separados e são responsáveis pela 3ª colocação, pelo peso; o papelão e papel em 4ª e 5ª colocação. Outros materiais como madeira, isopor, vinil, pedras, pelo seu peso aparecem em peso maior

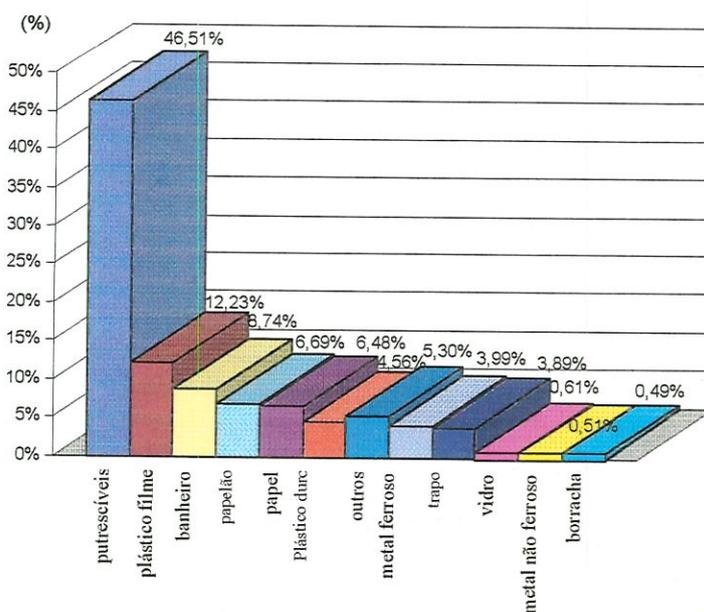


Figura 56 - Componentes encontrados dos resíduos sólidos urbanos em 08/02/97

O resultado da amostragem em 08/02/97, correspondente aos resíduos coletados na 6ª feira 07/02/97, são apresentados abaixo através da TABELA 35.

TABELA 35- Componentes dos resíduos sólidos urbanos encontrados em 08/02/97

MATERIAL	MASSA (Kg)	% (em peso)
putrescíveis	116,00	52,18
plástico filme	21,41	9,63
papel	16,44	7,40
banheiro	13,31	6,00
plástico duro	13,03	5,86
trapo	10,34	4,60
papelão	9,60	4,32
vidro	7,91	3,56
metal ferroso	6,65	3,00
outros	4,34	1,95
metal não ferroso	2,64	1,20
borracha	0,66	0,30
	222,31	100,00

Relacionando os dados obtidos em 01/11/96 da TABELA , com os dados da TABELA 35, pode ser verificado porcentagens maiores de materiais como putrescíveis, papel e plástico duro.

Dos três levantamentos realizados nas diferentes estações do ano determinou-se um valor médio para cada componente, representando a geração média de resíduos produzidos pela população de Pato Branco, confeccionando a TABELA 36 e o gráfico da Figura 57.

TABELA 36 - Porcentagens dos componentes encontrados nos resíduos sólidos urbanos, no período de 15/07/96 a 07/02/97

Componente	% (em peso)			Média
	15-17/07/96	01/11/96	07/02/97	
putrescíveis	57,67	46,51	52,18	52,12
banheiro	9,88	8,74	6,00	8,20
papel	8,70	6,48	7,40	7,52
papelão	5,63	6,69	4,32	5,54
plástico filme	5,56	12,23	9,63	9,14
plástico duro	2,40	4,56	5,86	4,27
metal ferroso	2,24	3,99	3,00	3,08
metal não ferroso	0,41	0,51	1,20	0,71
vidro	5,34	0,61	3,56	3,17
borracha	0,20	0,49	4,60	1,76
trapo	1,18	3,89	1,95	2,34
outros	0,84	5,3	0,30	2,15

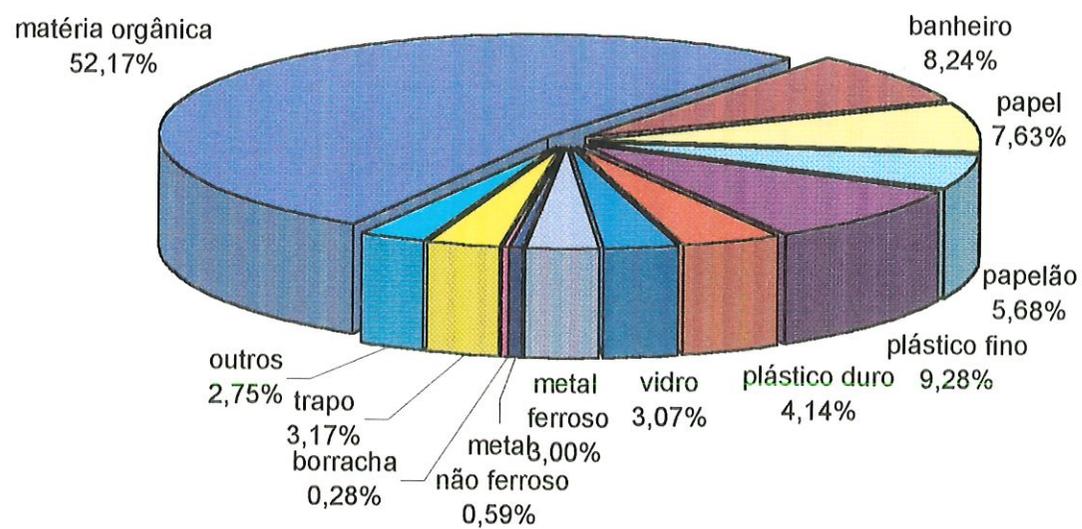


Figura 57- Gráfico mostrando o valor médio dos componentes encontrados nos resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco, no período de 15/07/96 a 07/02/97

6.2 Levantamento das características físicas dos resíduos de serviços de saúde

As atividades foram divididas em quatro etapas, como é mostrado através da Figura 58, a primeira através da busca e obtenção de apoio junto as entidades que atuam diretamente sobre os estabelecimentos geradores; levantamento e localização dos estabelecimentos; entrevistas com os proprietários e/ou responsáveis pelos estabelecimentos, conforme questionário (APÊNDICE 4); e o levantamento das características dos resíduos durante seis dias

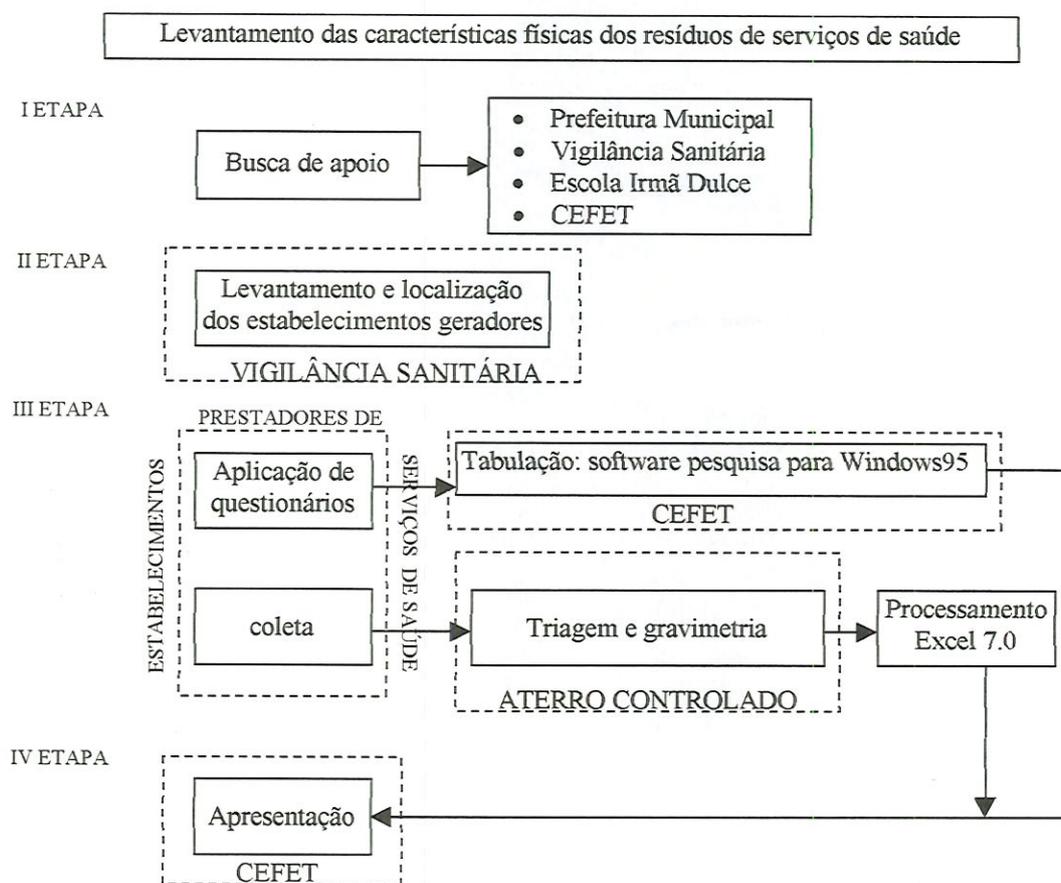


Figura 58 - Atividades desenvolvidas para o levantamento das características dos resíduos de serviços de saúde na cidade de Pato Branco no período de 16/04 a 10/05/97.

6.2.1 Resultados da primeira etapa: busca de apoio.

Inicialmente houve contato com o serviço de vigilância sanitária do município que se mostrou interessado no levantamento pela necessidade de dar-se um destino apropriado aos referidos resíduos. Sendo assim deveria haver uma divulgação dos resultados aos responsáveis pelos estabelecimentos e para os setores municipais responsáveis pela coleta e

destino final dos resíduos sólidos urbanos. A divulgação dos resultados deveria ocorrer por meio de um evento, que neste caso definiu-se como um "Encontro municipal sobre resíduos de serviços de saúde", onde especialistas sobre o assunto apresentariam temas para conscientizar os participantes sobre o correto manejo, tratamento e destino dos resíduos. Em função desta decisão recorreu-se ao Departamento Municipal de Planejamento, cujos responsáveis concordando com o levantamento e a divulgação dos resultados, encaminharam o processo administrativo, junto ao gabinete do prefeito municipal, para liberação dos recursos para a contratação de dois estagiários que auxiliariam nas entrevistas; confecção e impressão de cartazes e panfletos para divulgação do levantamento e do encontro; equipamento de proteção individual para os trabalhos de coleta, triagem e gravimetria dos resíduos de serviços de saúde; e cessão de um veículo para coleta e transporte dos resíduos.

6.2.2 Resultados da segunda etapa: levantamento e localização dos estabelecimentos geradores.

Através dos responsáveis pelo Serviço de Vigilância Sanitária, obteve-se a relação de todos os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde (ver Tabela 37), localizando em croqui da cidade (ANEXO C), definindo o roteiro para aplicação de questionários e coleta dos resíduos nos estabelecimentos geradores.

TABELA 37 – Estabelecimentos prestadores de serviços de saúde que fizeram parte da pesquisa no período de 16/04 a 02/05/97.

	Razão Social	Endereço	Bairro	estabelecimento
1.	Wilson Bonatto	Av. Tupi, 3056	Centro	consultório dentário
2.	Farmacia Planalto	Rua Das Siriemas, 169	Planalto	farmácia
3.	Sindicato dos Rep. Comerciais	Rua Xavantes, 315	Centro	consultório dentário
4.	Adão Silvio de Freitas	Tapajós, 309 Sala 02	Centro	consultório médico
5.	Cássia Regina Bortot	Av Tupi, 2263	Centro	consultório dentário
6.	Agropecuária Quatro Patas	Av Tupi, 1463	Centro	clínica veterinária
7.	Farmacia Cristo Rei	Av Tupi, 4901	Cristo Rei	farmácia
8.	Farmacia Pato Branco	Rua Araribóia, 134	Centro	farmácia
9.	Centro do Aparelho Dig. E	Rua Iguaçu, 476, 7º Andar	Centro	clínica médica
10.	José Secco	Rua Do Principe, 454	Alvorada	distribuidora
11.	Farmacia Baixada	Av Tupi,	Centro	farmácia
12.	Farmacentro	Av Tupi, 2620	Centro	farmácia
13.	Detoni Agro-Veterinária	Av Tupi, 2590	Centro	clínica veterinária
14.	Farmacia Minerva	Av Tupi, 2393	Centro	farmácia
15.	Branfarma	Av Tupi, 3204	Centro	farmácia
16.	Clinivet- Clinica Veterinária	Av Tupi, 564	Centro	clínica veterinária

TABELA 37 – Estabelecimentos prestadores de serviços de saúde que fizeram parte da pesquisa no período de 16/04 a 02/05/97. (continuação)

Razão Social	Endereço	Bairro	estabelecimento
17. Lórdi Dobrowolski	Rua Tapajós, 219	Centro	consultório dentário
18. Ane Eloise de Lima	Rua Tapajós, 234	Centro	consultório dentário
19. Maria Gomes de Quadros	Rua Tapajós, 305 Sala 01	Centro	consultório dentário
20. Mauro Andreatta	Rua Tapajós, 309 Sala 06	Centro	consultório dentário
21. Sayonara E. Adolfo	Rua Tapajós 309, Sala 07	Centro	consultório dentário
22. Nubia Farmacia	Rua Tapajós, 326	Centro	farmácia
Clinica de Fisioterapia Sudoeste	Rua Tapajós, 411	Centro	clínica de fisioterapia
23. Herbário	Rua Tapajós, 470	Centro	produtos naturais
24. Farmacia Sordi	Rua Tocantins, 2374	Centro	farmácia
25. Fisiocenter	Rua Tocantins, 2156	Centro	clínica de fisioterapia
26. Olga Y. Imano	Rua Tocantins, 2331	Centro	consultório médico
27. João Petry	Rua Tocantins, 2334	Centro	consultório médico
28. Patrícia Arlete da Silva	Rua Tocantins, 2334	Centro	consultório médico
29. Farmácia Vida E Saúde	Rua Iguaçú, 635	Centro	farmácia
30. João Batista de Freitas Filho	Rua Ibiporã, 695	Centro	consultório médico
31. Farmácia Santo Antonio de P.	Rua Ibiporã, 624	Centro	farmácia
32. Farmácia Drogasul	Rua Ibiporã, 495	Centro	farmácia
33. Farmácia Alternativa	Rua Ibiporã, 578	Centro	farmácia
34. Mario Gomes	Rua Caramuru, 129	Centro	consultório médico
35. Ildelfonso Amoedo Canto	Rua Caramuru, 270	Centro	consultório médico
37. Miguel Grison	Rua Caramuru, 270 Sala 404	Centro	consultório dentário
37. Odoni do Nascimento	Rua Caramuru, 270 Sala 401	Centro	consultório dentário
38. Elizabete Formighieri	Rua Caramuru, 270 Sala 501	Centro	consultório médico
40. Giana Telles	Rua Caramuru, 270	Centro	clínica médica
41. Ademair Boareto	Rua Caramuru, 399 Sala 101	Centro	consultório dentário
42. Jorge de Oliveira	Rua Caramuru, 133	Centro	consultório médico
43. Flavio Ceni	Rua Caramuru, 133	Centro	laboratório de análises
44. Luiz Burgardt	Rua Pedro R De Mello, 45	Centro	consultório dentário
45. Milton Maccarini Jr	Rua Pedro R De Mello, 46	Centro	consultório dentário
46. Ana Célia Ravanelli	Rua Pedro R De Mello, 47	Centro	consultório dentário
47. Centro Auditivo Siemen	R Pedro R De Mello, 60 Sala	Centro	consultório médico
48. Farmácia Brasil	Rua Pedro Ramires De	Centro	farmácia
49. Farmácia Santo Antonio	Rua Pedro R De Mello, 240	Centro	farmácia
50. Carlos Mezzomo, Anderson	Rua Iguaçú 476, Sala 204	Centro	consultório dentário
51. Clínica de Olhos Dr. Wittmann	Rua Pedro R. De Mello, 240	Centro	clínica médica
52. Valmir Dalla-Costa	Pedro R De Mello, 240	Centro	clínica de psiquiatria
53. Funcional Fisioterapia	Rua Pedro R De Mello, 240	Centro	clínica de fisioterapia
54. Denise Amadori Todeschine	Rua Pedro R De Mello, 274	Centro	consultório médico
Neuriclínicas Dr. Paulo de Souza Jr.	Rua Pedro R De Mello, 274	Centro	clínica médica
55. Farmácia São Pedro	Rua Pedro R De Mello, 274	Centro	farmácia
56. Polifarma	Rua Pedro R De Mello, 294	Centro	farmácia
57. Farmácia Sudoeste	Rua Pedro R De Mello, 299	Centro	farmácia
58. Uniclínicas de Pato Branco	Rua Pedro R De Mello, 330	Centro	clínica médica
62. Farmácia Iguaçú	Pedro R De Mello, 392	Centro	farmácia
63. Clínica Tratamento Depressão	Rua Pedro R De Mello, 274	Centro	clínica de psiquiatria

TABELA 37 – Estabelecimentos prestadores de serviços de saúde

Razão Social	Endereço	Bairro	estabelecimento
63. Marcos Andreatta	Rua Pedro R De Mello,396	Centro	clínica médica
64. Centro Ultrassonografia	Rua Pedro R De Mello, 396	Centro	clínica médica
65. Clínica Oftalmologia e Pediatria Comarato	Rua Pedro R De Mello, 396 Sala 402/404	Centro	clínica médica
66. Clínica Dr. Gilberto Gabaldo	Rua Pedro R.De Mello, 396	Centro	clínica médica
67. Clínica De Medicina Dr. Angelo Vascon	Rua Pedro R De Mello, 396	Centro	clínica médica
68. Bernardo Patrocínio	Rua Pedro R De Mello,396	Centro	consultório médico
68. César Augusto Macedo De Souza	Av Brasil 580	Centro	consultório médico
69. Eduardo E. Obrzut Filho	Av Brasil, 580	Centro	consultório médico
70. Laudiane Vedana Freira	Av Brasil, 580	Centro	consultório dentário
71. Laboratório Biocenter	Av Brasil, 580	Centro	laboratório de análises clínicas
72. Aroldo de Queiroz	Av Brasil, 580	Centro	consultório médico
73. Ednilson Golçalves Betiol	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
74. Wagner Herget	Av Brasil, 530	Centro	consultório dentário
75. Pedro Bortot	Av Brasil, 530	Centro	clínica médica
76. Carlos Volpatto	Av Brasil, 530	Centro	clínica médica
77. Valéria Azevedo	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
78. Elizabette Rottava	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
79. Raquel Massarollo	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
80. Liane Moreira	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
81. Deise Guerios	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
82. Imagen Cardiovascular	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
83. Instituto do Rim	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
84. Magnus Engel	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
85. Resimari de Carlli	Av Brasil, 530	Centro	consultório médico
86. Hidal Tabatschmic	Av Brasil,645	Centro	consultório médico
87. Rejane Moretti	Rua Tamoio, 113	Centro	consultório dentário
88. Angela Moretti	Rua Tamoio, 113	Centro	clínica de fisioterapia
89. Patofarma	Rua Tamoio, 535	Centro	farmácia
Dalmo Luiz Da Silva - Clínica	Rua Iguaçu, 476 7º Andar	Centro	clínica médica
90. Maira Canestraro	Rua Itabira, 101	Centro	consultório médico
91. Vera Cristina Camargo	Rua Itabira 1420	Centro	consultório médico
92. Wladimir Chioquetta	Rua Itabira, 1371	Centro	consultório dentário
93. Anselmo A Kajewski	Rua Iguaçu, 476	Centro	consultório dentário
94. Mezzomo Nezello E Conterno	Rua Iguaçu, 476 - Sala 204	Centro	consultório dentário
95. Fogolari E Antunes Ltda	Av Brasil 350	Centro	farmácia
96. Farmácia Guarany	Rua Guarani, 489	Centro	farmácia
97. Bertol E Toniol	Rua Tapir, 952	Centro	clínica veterinária
98. Policlínica Pato Branco	Rua Pedro Ramires De Mello	Centro	hospital
99. Marcia Carraro	Rua Silvio Vidal, 315	Centro	consultório dentário
100. Hospital São Lucas	Rua Silvio Vidal	Centro	hospital
101. Unidade de Coleta Hemepar -	Rua Paraná, 1633	Sambugaro	unidade transfusão sangue
102. Núcleo Integrado De Saúde - 3	Rua Paraná, S/N	Centro	posto de saúde
103. Marcos A. Ferronato	Rua Genuíno Piacentini, 864	Sta. Terezinha	consultório dentário
104. Antônio Freire	Av. Brasil, 530	Centro	clínica médica

São 105 estabelecimentos que participaram da coleta de informações sobre o manejo e tratamento e disposição dos resíduos de serviços de saúde, resultando na tabulação de dados representados através de tabelas e gráficos

Para melhor interpretação dos dados adotaram-se siglas para cada tipo de estabelecimento, conforme é mostrado abaixo

Farmácia:	F
Clínica médica:	CM
Consultório dentário:	CO
Clínica médica:	CLM
Clínica veterinária	CLV
Raios X:	RX
Hospitais:	H
Laboratório de análises clínicas:	LAC
Laboratório de análises patológicas:	LAP

6.2.3 Resultados das entrevistas aos proprietários e/ou responsáveis pelos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, da cidade de Pato Branco.

A coleta de dados foi realizada no Período de 16/04 à 24/04/1997. Para tabular os dados utilizou-se software: Pesquisa para windows95, Desenvolvido pelo professor especialista Luís Carlos Ferreira Bueno, do Curso de Processamento de Dados do CEFET-PR /UNED-PB.

Na elaboração do relatório foi efetuada análise simples por questão, resultando na forma como é apresentada a seguir.

□ Amostragem geral da pesquisa

Foram aplicados 121 questionários, dos quais 105 foram respondidos, representando 86,78%, conforme mostra a TABELA 38.

TABELA 38 - Questionários aplicados e respondidos

Total de questionários	121	100.00%
Questionários respondidos	105	86.78%

O motivo de não se conseguir 100% de respostas, é em virtude do funcionamento dos estabelecimentos ocorrer em horários móveis, de acordo com o horário das consultas e atendimentos marcados com antecedência entre o profissional e seus clientes; e viagens.

□ Total de entrevistas por bairro

Os dados da TABELA 39, demonstram que 95% dos estabelecimentos concentram-se na área central da cidade, e que apenas os postos de saúde, uma farmácia e a unidade de coleta de sangue estão fora desta área central. O que facilita a coleta dos resíduos de serviços de saúde, e as ações se façam necessárias para o correto gerenciamento dos resíduos.

TABELA 39 - Distribuição dos questionários

Bairro	Qtde.	(%)
Centro	100	95.24%
Alvorada	001	0.95%
Planalto	001	0.95%
Sambugaro	001	0.95%
Sta. Terezinha	001	0.95%

Análise por categoria do estabelecimento

Os estabelecimentos que predominam na cidade são principalmente os consultórios médicos, seguido de farmácias, consultórios dentários e clínicas médicas, o que pode ser visualizado na TABELA 40 e no gráfico da figura 59.

TABELA 40 - Quantificação dos estabelecimentos

Total	Alternativas	% / Total	% / Válidos
24	F	22.86%	22.86%
34	CM	32.38%	32.38%
23	CO	21.90%	21.90%
15	CLM	14.29%	14.29%
4	CLV	3.81%	3.81%
2	LAC	1.90%	1.90%
0	LPC	0.00%	0.00%
0	RX	0.00%	0.00%
1	H	0.95%	0.95%
1	BS	0.95%	0.95%
1	PS	0.95%	0.95%
0	Mini-Posto	0.00%	0.00%
<hr/>			
Responderam a questão		105	100%
Não responderam		000	0%
Total Geral		105	100%

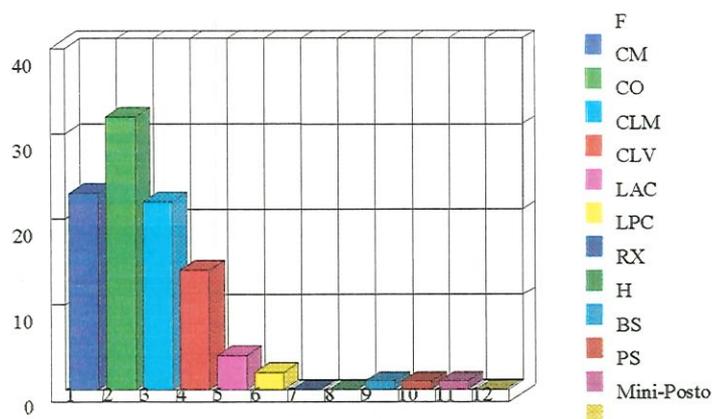


Figura 59 - Quantificação por tipo de estabelecimentos

Estabelecimentos que realizam separação do lixo

Para analisar o grau de preocupação e consciência sobre a correta separação dos resíduos, verifica-se na TABELA 41 que aproximadamente 64% procedem a separação dos resíduos infectantes, sendo representados pelas farmácias, consultórios dentários, clínicas médicas, clínicas veterinárias, laboratório de análises clínicas e hospitais; 35% não realizam a separação, e isto justifica-se ao comparar o resultado obtido pelo número de consultórios médicos (32,38%), pois consideram que o único resíduo considerado como infectante, por ter contato com o paciente, é a espátula de madeira que é apoiada sobre a língua, e que não é utilizada com todos os pacientes.

TABELA 41 - Estabelecimentos que realizam a separação dos resíduos.

Alternativas	Total	% / Total	% / Válidos
Sim	00067	63.81%	63.81%
Não	00037	35.24%	35.24%
Parcialmente	00001	0.95%	0.95%

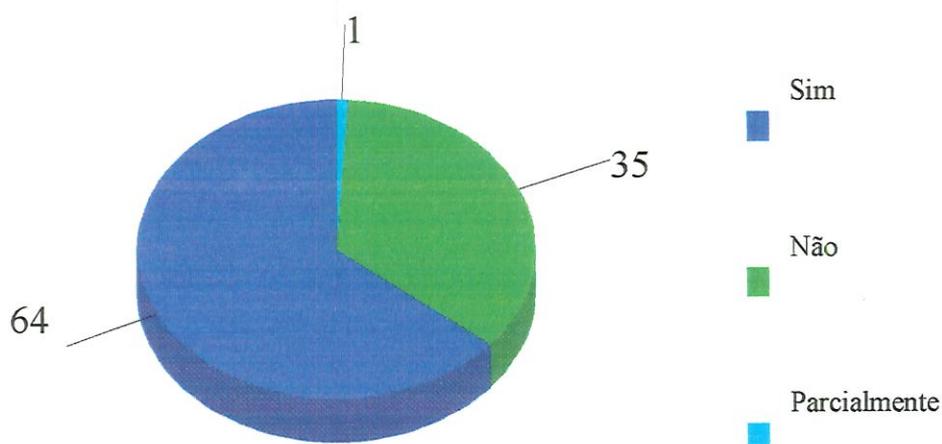


Figura 60 - Gráfico representando os estabelecimentos que separam seus resíduos.

Volume diário de resíduos infectantes

Visando-se prever o volume necessário, em litros (L) do coletor de resíduos, considerados infectantes, e de acordo com o recipiente onde os resíduos são armazenados, chegou-se aos dados da TABELA 42.

TABELA 42 - Volume de resíduos infectantes gerado diariamente

Resíduos infectantes	Quantidade de estabelecimentos	(%)	Volume (L)	volume médio (L)	Maior volume (L)	Menor volume (L)
Geram	70	66,67%	822,95	11,76	540	0,05
Não geram	35	33,33%				
Total entrevistas	105					

□ Por tipo de estabelecimento

A TABELA 43 comprova que são 35 estabelecimentos que não geram resíduos considerados infectantes.

Observou-se que, os 35 estabelecimentos que responderam não gerar resíduos infectantes, são basicamente os consultórios médicos, onde a maior parte dos seus resíduos é constituído por papéis. Dos que responderam que separam e quantificaram o volume gerado é de 822,95 litros, estimado tanto pelo responsável pelo estabelecimento, como pelo entrevistador. O maior volume gerado por um único estabelecimento corresponde a um hospital, ou seja 540 litros, e o menor volume é gerado por um consultório odontológico.

TABELA 43 - Estabelecimentos que não produzem resíduos infectantes

Estabelecimentos que não produzem lixo infectante	Quantidade	(%)	%/Total
farmácia	02	5,71	1,90%
consultório médico	21	60,00	20,00%
consultório dentário	04	11,43	3,81%
clínica médica	05	14,29	4,76%
clínica veterinária	01	2,86	0,95%
Laboratório de análises clínicas	00	0,00	0,00%
laboratório de análises clínicas e patológicas	00	0,00	0,00%
RX	00	0,00	0,00%
hospital	01	2,86	0,95%
Banco de sangue	00	0,00	0,00%
Posto de saúde	01	2,86	0,95%
Total análise	35	33,33	
Total de questionários respondidos	105	100,00	

Volume diário de resíduos comuns (L)

Nos 105 estabelecimentos visitados o volume gerado de resíduos não infectantes corresponde a 3048 litros, resíduos não compactados. O maior volume estimado é dentro de

um hospital, com 2000 litros; e o menor volume corresponde a uma clínica de tratamento psicológico, ou seja, basicamente material de escritório.

TABELA 44 - Estimativa do volume diário de resíduos, em litros, considerados comuns

Descrição	Número	Percentual	volume (L)	Volume Médio (L)	Maior volume (L)	Menor volume (L)
Responderam	100	95,24%	3048	30,48	2000	0,30
Não responderam	5	4,76%				
Total entrevistas	105					

Volume diário de medicamentos vencidos (L)

Na estimativa do volume diário de medicamentos vencidos (ver TABELA 45), entenda-se que apenas quatro estabelecimentos, neste caso farmácias, responderam que descartam remédios vencidos, isto significa que os outros 101 estabelecimentos, conseguem dar saída aos medicamentos antes de vencer a validade dos mesmos. O volume diário descartado é bastante reduzido, portanto de fácil manejo.

TABELA 45 - Volume diário de medicamentos vencidos

Descrição	Nº de estabelecimentos	Volume (L)	volume médio (L)	Maior volume(L)	Menor volume(L)	Percentual
Responderam	4	1,07	0,27	1,00	0,01	3,81%
Não responderam	101					96,19%
Total entrevistas	105					

Volume diário de resíduos químicos

Os responsáveis pelos estabelecimentos visitados responderam a esta questão: não ocorrer o descarte de resíduos químicos.

Volume diário de resíduos esterilizados

Os estabelecimentos que procedem à esterilização dos resíduos considerados contaminantes corresponde a uma farmácia, dois consultórios dentários e a unidade de coleta e transfusão de sangue, conforme TABELA 46.

TABELA 46 - Estabelecimentos que esterilizam resíduos infectantes e volume gerado diariamente.

Descrição	Nº de estabelecimentos	Volume (L)	volume médio (L)	maior volume (L)	menor volume (L)	percentual.
Esterilizam	4	8,70	2,17	5,00	0,20	3,81%
Não esterilizam	101					96,19%
Total entrevistas	105					

Volume de animais mortos

Todos os estabelecimentos responderam que não há ocorrências de animais mortos, principalmente as clínicas veterinárias.

Acondicionamento dos resíduos

Este item foi para verificar se os estabelecimentos obedecem às normas de acondicionamento de resíduos de serviços de saúde

A NBR 9190 (1985), prevê que os resíduos de serviços de saúde deverão ser acondicionados em saco branco leitoso, duplo e identificado, assim apenas 5 estabelecimentos atendem a esta orientação, corretamente, 3 estabelecimentos os acondicionam em saco comum e identificado e 17 em saco branco leitoso, porém a maioria dos estabelecimentos não atendem à norma.

TABELA 47 - Formas de acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde, dentro dos estabelecimentos geradores

Acondicionamento	Nº de estabelecimentos	% / Total	% / Válidos
Saco branco leitoso	17	16,19%	16,19%
Saco comum identificado	3	2,86%	2,86%
Saco comum duplo identificado	5	4,76%	4,76%
Saco comum sem identificação	80	76,19%	76,19%
Outros	4	3,81%	3,81%

Todos os estabelecimentos declararam a forma de acondicionamento.

Responderam	105	100.00%
Não responderam	00	0.00%
Total Geral	105	100.00%

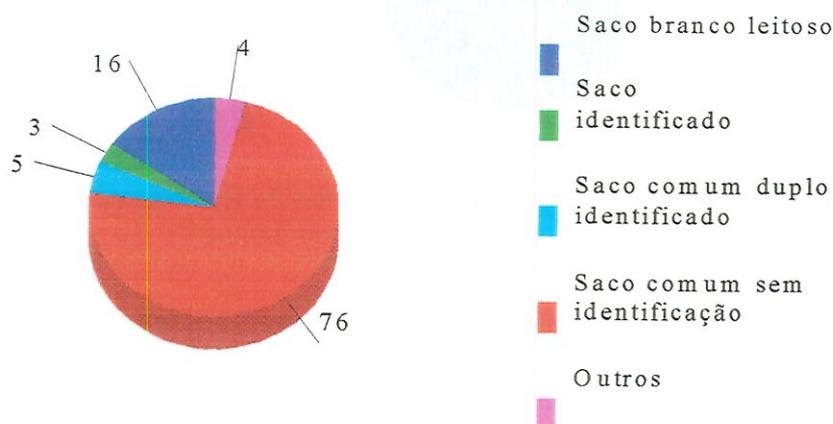


Figura 61 - Gráfico das formas de acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde

Acondicionamento de materiais perfuro-cortantes

As formas de acondicionamento dos resíduos perfuro-cortantes, são variadas, as principais, em virtude da recomendação da norma NBR N° 9190 (1985), as caixas de papelão duplo, as quais são utilizadas em 32 estabelecimentos; outra embalagem que oferece segurança no seu transporte são os recipientes metálicos, adotados por 9 estabelecimentos; o restante dos estabelecimentos adota desde sacos plásticos, potes plásticos, garrafas para refrigerante, PET (polietileno tereftalato), este último é muito utilizado nos consultórios dentários. Ver TABELAS 48 e 49.

TABELA 48 – Forma de acondicionamento de resíduos perfuro-cortantes

Alternativas	N° de estabelecimentos	% / Total
Latas	09	8,57
Caixas de papelão	32	30,48
Outros	63	60,00
<hr/>		
Acondicionam	102	97,14%
Não acondicionam	003	2,86%
Total Geral	105	100,00%

Nos 3 estabelecimentos que não acondicionam resíduos perfuro-cortantes é porque não há utilização ou aplicação de medicamentos ou produtos injetáveis, como é o caso das clínicas de tratamento psicológico.

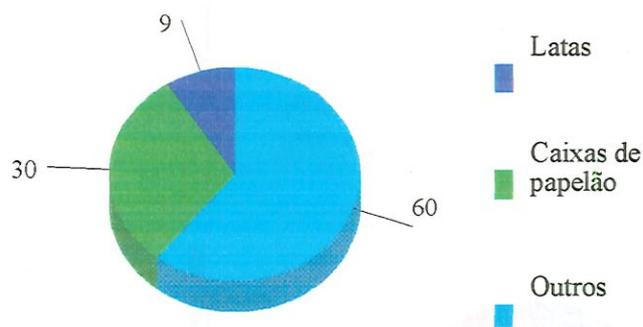


Figura 62 - Gráfico mostrando a distribuição das formas de acondicionamento dos resíduos perfuro-cortantes

Tabela 49 - Outras formas de acondicionamento de resíduos perfuro-cortantes

Tipos	N° de estabelecimentos	%/Total
Pote plástico	8	7,62
Vidros	6	5,71
Sacos plásticos	3	2,86
Garrafas plásticas	1	0,95
Descartex	1	0,95

Condições do local de armazenamento ou espera dos resíduos (Lixeira externas)

Foram analisados os tipos de locais, sinalização, existência de ponto de água e ralo, revestimento e descontaminação dos resíduos considerados infectantes.

Tipos de locais:

Apenas 2 estabelecimentos acondicionam seus resíduos em abrigos fechados, como recomenda a norma brasileira; 25 dentro de tambores fechados, por se tratar de clínicas localizadas junto a edifício de salas comerciais; e a grande maioria em tambores abertos, por estarem localizados em edifícios onde também há salas comerciais, o local de acondicionamento é comum, e em outros, a quantidade é tão reduzida que é colocada em latões abertos.

TABELA 50 - Tipos de acondicionamento

Alternativas	Nº de estabelecimentos	% / Total
Tambores fechados	25	23,81
Tambores abertos	78	74,29
Abrigo fechado	02	1,90

Todos os estabelecimentos responderam a este questionamento.

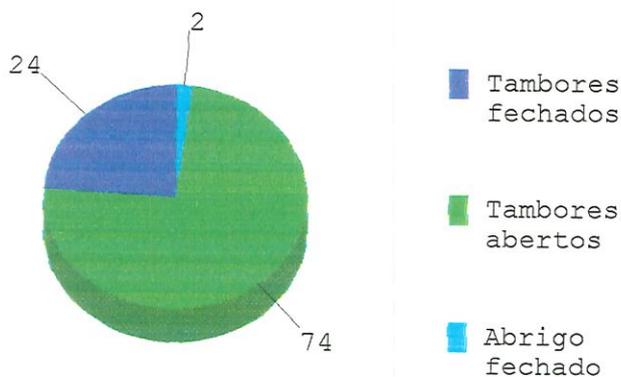


Figura 63 - Gráfico mostrando os grupos de acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde

Identificação

Esta identificação não se refere ao local mas aos recipientes, que na sua maioria é feita através dos sacos plásticos sem identificação, ver TABELA 51 e Figura 64, dispostos dentro dos tambores, e dos abrigos. A não identificação dos sacos plásticos oferece riscos à

saúde tanto dos catadores de recicláveis, como dos garis, pois freqüentemente são vítimas de picadas acidentais, ao colher vários sacos plásticos ao mesmo tempo para agilizar o processo da coleta.

TABELA 51 – Identificação do local onde os resíduos são acondicionados.

Alternativas	Estabelecimentos	% / Total	% / Válidos
Identificado "infectante"	30	28,57%	28,57%
Não identificado	75	71,43%	71,43%
<hr/>			
Responderam	105	100%	
Não responderam	000	0%	
Total Geral	105	100%	

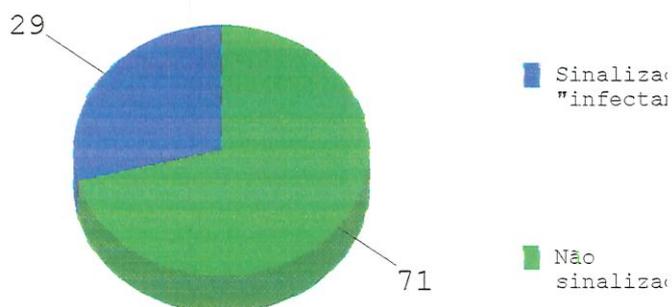


Figura 64 - Gráfico mostrando grupos de estabelecimentos de acordo com a sinalização do local de disposição dos resíduos de serviços de saúde

Ponto de água e ralo

O propósito deste questionamento foi verificar se o local onde os resíduos são dispostos ou acondicionados oferecem condições para realizar a lavagem de pisos e paredes, evitando o acúmulo de sujeiras e odores, consequentemente atrair vetores, bem como o escoamento das águas residuárias para a rede coletora de esgoto, conseguindo manter o local limpo e seco. Em alguns estabelecimentos por encontrar-se dentro de edifícios de salas comerciais, ou dispor os resíduos dentro de sacos plásticos diretamente na via pública, inexistente, tanto o local apropriado, como o ponto de água, ver TABELA 52.

TABELA 52 – Pontos de água nos locais de disposição dos estabelecimentos geradores

Alternativas	Estabelecimentos	% / Total	% / Válidos
Sim possui ponto de água	61	58,10%	58,65%
Não possui ponto de água	43	40,95%	41,35%

Responderam	104	99,05%
Não responderam	001	0,95%
Total Geral	105	100%

Na TABELA 53, pode ser verificado que apenas 21 estabelecimentos tem condições de manter o local de acondicionamento dos resíduos adequadamente.

TABELA 53 – Presença de ralos nos locais de acondicionamento dos resíduos

Alternativas	Estabelecimentos	% / Total	% / Válidos
Sim – possui ralo	21	20%	20%
Não – possui ralo	84	80%	80%

Responderam	105	100%
Não responderam	000	0%
Total Geral	105	100%

□ Revestimento

O serviço municipal de Vigilância Sanitária exige que os locais de acondicionamento dos resíduos possuam paredes revestidas com material liso. A TABELA 54 mostra que apenas 4 estabelecimentos possuem abrigos, nos outros dois o local de acondicionamento não possui cobertura mas as paredes são revestidas com material liso.

TABELA 54 - Existência de revestimento nos locais de acondicionamento dos resíduos

Alternativas	Total	% / Total	% / Válidos
Sim - Revestido internamente com material liso	004	3,81%	3,85%
Não - Sem revestimento	100	95,24%	96,15%

Responderam	104	99,05%
Não responderam	01	0,95%
Total Geral	105	100%

Periodicidade da coleta

Com o objetivo de analisar o tempo que os resíduos ficam acondicionados até serem removidos, indagou-se sobre a periodicidade que vem ocorrendo a coleta.

Verificou-se que a maioria dos estabelecimentos são atendidos diariamente, pois a área central da cidade possui coleta diária; os 8 estabelecimentos que têm sua coleta 3 vezes por semana, estão localizados em bairros adjacentes à área central; e os estabelecimentos que têm sua coleta apenas uma vez por semana, correspondem a estabelecimentos situados em

bairros distantes, e têm a remoção dos seus resíduos de acordo com o serviço de coleta regular definido pelo Departamento Municipal de Limpeza Pública.

TABELA 55 - Periodicidade da coleta

Periodicidade	Total	% / Total	% / Válidos
Diária	95	90,48%	90,48%
3 / semana	8	7,62%	7,62%
2 / semana	0	0,00%	0,00%
1 / semana	2	1,90%	1,90%
<hr/>			
Responderam	105	100%	
Não responderam	000	0%	
Total Geral	105	100%	

6.2.4 Resultados da coleta, triagem e gravimetria dos componentes dos resíduos de serviços de saúde

Como foi descrito na metodologia, durante o período compreendido entre os dias 21 e 26 de maio de 1997, os resíduos de todos os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde foram coletados triados e pesados diariamente. A coleta iniciava normalmente as 08:00 horas, e findava as 12:30horas, nos primeiros dias; porém a partir do terceiro dia, ou seja na quarta-feira, 23/05, após conhecer o roteiro e os pontos de acondicionamento dos resíduos, o horário de conclusão dos trabalhos foi até as 12:00horas. Este horário poderia ser antecipado ainda, mas um dos hospitais acondicionava seus resíduos entre as 11:45 horas e as 12:00 horas; localizado na área central, era necessário retornar a este local, após coletar os resíduos dos outros estabelecimentos. O veículo coletor transportava e descarregava os resíduos em local determinado, dentro da área do aterro controlado de resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco.

No período da tarde os resíduos eram pesados dentro de recipientes metálicos, para determinar o peso total coletado (ver TABELAS 59 a 63).

Densidade dos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco

Nos dias 25 e 26 de abril de 1997, determinou-se a característica física da densidade, tanto dos resíduos considerados infectantes e dos resíduos comuns, como pode ser visto na TABELA 56. As variações nos resíduos comuns oscilam entre 42 kg/m³ e 119 kg/m³, esta grande variação é devida à presença de restos de cascas, da preparação dos alimentos, oriundas dos 2 hospitais. Através da TABELA 63 pode ser verificada a variação, também,

dos putrescíveis que vai de 59,81 kg a 133 kg; esta variação é semelhante à variação diária que ocorre nos resíduos sólidos domiciliares.

As densidades médias dos dois tipos de resíduos, comum e infectante, são muito semelhantes, assim de forma geral a densidade dos resíduos de serviços de saúde, para a cidade de Pato Branco é de aproximadamente 72,6 kg/m³.

TABELA 56 – Densidades dos resíduos de serviços de saúde, comum e infectante

Resíduo comum		Resíduo infectante	
Data	Densidade (kg/m ³)	Data	Densidade (kg/m ³)
25/Abr	70,370	25/Abr	71,36
	77,260		76,28
	59,055		86,97
	68,900		
	70,374		
	42,820		
	60,530		
26/Abr	56,102	26/Abr	70,47
	81,200		58,4
	86,970		
	56,45		
	85,00		
	82,53		
	119,44		
	70,23		
Densidade média	72,482		72,696
	72,6 kg/m ³		

6.2.5 Resultados das atividades de triagem e gravimetria dos resíduos de serviços de saúde dos estabelecimentos da cidade de Pato Branco.

Os resultados da triagem e gravimetria dos resíduos foram registrados nas tabelas 62. Ao realizar a triagem dos resíduos considerados infectantes, notou-se que um grande número de sacos plásticos continham também materiais recicláveis oriundos de escritórios, como papel contínuo, caixas de papelão, embalagens de papel, latas e garrafas de refrigerante. Resumindo estes dados nas TABELAS 57 a 62, onde os resíduos são classificados de forma semelhante aos resíduos domiciliares, acrescentando os resíduos infectantes e dividindo-os em infectantes, propriamente dito e perfuro-cortantes; e incluindo em outros materiais como borracha, madeira, pedras e terra.

TABELA 57 - Quantificação em quilograma (Kg) dos componentes encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, resultantes do processo gravimétrico correspondente à 2ª feira 22 de abril de 1997.

COZINHA	BANHEIRO	INFECTANTE	VIDROS	PAPÉIS	PLÁSTICOS	LATAS	REMÉDIOS	OUTROS
10,945	6,155	2,935	9,09	6,58	1,525	0,300	2,525	isopor:0,18
11,225	3,875	5,525	8,47	6,215	2,975			
19,585	9,295	9,955	12,74	4,59	2,625			
14,025	5,955	5,505	2,705	2,145				
20,625	6,355	5,275	6,165	3,625				
11,205	3,995	7,585	2,965	2,255				
17,645	6,145	4,825	9,275	0,625				
5,785	1,555	7,425	5,865	4,905				
11,885		3,245						
		1,525						
		1,425						
122,925	43,33	55,225	57,275	30,94	7,125	0,300	2,525	0,18

Massa total: 319,85 Kg

TABELA 58 – Massa em (Kg) dos componentes dos resíduos de serviços de saúde, referente à 3ª feira 23/04/97.

COZINHA	BANHEIRO	INFECTANTE	VIDROS	FARMACÊUTICO	OUTROS	Perfuro-cortante
6,505	6,335	5,975	10,70	1,38		
12,695		3,745	8,32	2,2		
10,670		5,565	6,00			
22,000		6,775	6,00			
12,280		6,025	6,28			
9,850		7,815	9,04			
18,225		5,975	14,00			
3,985		7,025	5,50			
1,635		3,905	10,00			
		4,765	4,43			
		3,265	4,93			
		3,135	2,30			
		3,565	4,44			
		4,635	5,13			
		4,165	2,15			
		6,325	3,97			
		3,385	8,20			
		2,155	6,16			
		5,155	11,68			
		1,825	3,57			
		1,400	3,62			
		2,870	6,38			
		2,010	6,98			
		2,170	5,98			
		3,110	5,465			
		1,500	6,525			
		3,515				
97,845	6,335	111,755	167,75	3,58		

TABELA 59 - Quantificação dos componentes, em quilograma (Kg), encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, resultantes do processo gravimétrico correspondente à 4ª feira 24 de abril de 1997.

Cozinha	Banheiro	Infectante	Vidros	Papéis	Plásticos	Latas	Remédios	Papelão	Perfuro-Cortante	Outros
12	5,025	5,005	4,055	0,715	1,27	0,255	0,85	0,334	1,71	0,00
25,525	4,31	2,045	4,59	4,47	0,507	0,73		1,26	1,02	
8	4,295	4,41		1,91	2,01			0,2	4,47	
10,525	2,995	4,13		2,067	1,81				1,835	
3,76		4,575		1,242	1,675				5,35	
		2,42		2,085	1,525					
		3,32		0,11	0,38					
		2,355		1,32	0,315					
		5,875		1,2	3,845					
		5,895		1,5	13,337					
		6,095		4,34	1,1					
		6,085								
		6,725								
		2,415								
		1,555								
		62,905								
59,81	16,625	62,905	8,645	20,959	27,774	0,985	0,85	6,125	14,385	0,00

TABELA 60 - Quantificação dos componentes, em quilograma (Kg), encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, resultantes do processo gravimétrico correspondente à 5ª feira 25 de abril de 1997.

Cozinha e Alimentos	Banheiro	Infectante	Vidros	Papéis	Plásticos	Latas	Remédios	Outros	Perfurocortante	Fraldas	Papelão	Plástico Duro
3,640	4,460	14,5	1,72	2,120	3,250	0,36	1,17	0,42 madeira	0,85	4,66	2,46	1,71
4,100	2,020	15,5	43,5	2,990	1,430	0,08		0,61 rejeito	3,78		1,27	0,84
4,300	4,820	6,585	1,88	5,010	0,520				2,08		1,24	2,55
0,245	5,170	0,78		3,100	0,870				0,735		3,72	2,85
7,720	5,718	2,24		1,390	0,300				8,8			1,35
5,100	5,650	5,99		1,540	0,125				3,79			3,16
6,070	2,420	7,09		4,650	6,495				3,37			0,38
6,260		4,03		1,830								1,42
6,510		17,67		2,510								0,51
30,270		11,67		1,440								0,54
4,110		18,37		0,510								0,8
5,500		3,05		0,810								2,85
1,760		7,1		1,000								1,35
21,670		4,26										3,16
		5,55										
		7,37										
		3,85										
		2,65										
		9,44										
		4,57										
		0,72										
107,255	30,258	152,985	47,1	28,900	6,495	0,44	1,17	1,03	23,405	4,66	8,69	23,47

TABELA 61 – Quantificação, em quilograma (Kg), dos componentes encontrados nos resíduos de serviços de saúde, resultantes do processo gravimétrico correspondente à 6ª feira 26/04/97.

Cozinha e Alimentos	Banheiro	Infectante	Vidros	Papéis	Plásticos	Latas	Outros	Plástico Duro	Perfurocortante	Fraldas	Papelão	Remédios
6,630	3,655	4,110	0,74	3,79	1,79	0,15	7,77	0,90	0,72	0,90	1,79	
52,870	1,925	3,460		10,10	1,59	0,99	0,98	5,11	2,77		1,59	
9,930	0,790	0,720		2,67	0,50			1,05	5,27		0,50	
4,750	1,760	8,170		2,86	0,42			1,20	2,44			
2,040	5,310	7,190		3,95	0,81			1,08	2,56			
11,170	6,220	10,370		1,29				1,73	0,42			
19,950	4,490	2,770		2,46				1,55				
18,120	3,480	5,270		0,63				1,71				
8,180	2,020	2,440		3,75				1,14				
	2,000	8,770		5,72				0,28				
		2,790										
		2,920										
		1,340										
		2,610										
		2,560										
		10,770										
		6,340										
		0,420										
		10,650										
		5,130										
		2,910										
		11,540										
		0,810										
		4,990										
		1,210										
133,640	31,650	120,260	0,74	37,22	5,11	1,14	8,75	15,75	14,18	0,90	3,88	

TABELA 62 – Resultados do processo de triagem e gravimetria, em quilograma (Kg), com resíduos de serviço de saúde no período de 22 a 26/04/97

Data	Cozinha e Alimentos	Banheiro	Infectante	Vidros	Papéis	Plásticos	Latas	Remédios	Outros	Fraldas	
22/04/97	122,925	43,33	55,225	57,275	30,94	7,125	0,4	2,525	0,18	0	319,93
23/04/97	97,845	6,335	111,75	-	-	-	-	3,58	167,75	0	387,26
24/04/97	59,81	16,625	62,905	8,645	27,084	27,774	0,985	0,85	0	4,66	209,34
25/04/97	107,255	30,258	152,985	47,71	37,59	29,965	0,44	1,17	3,52	0,9	411,79
26/04/97	133,64	31,65	120,26	0,74	41,1	20,88	1,14	0	8,75	0	358,16
TOTAIS	521,475	121,863	391,375	114,37	136,714	85,74	2,965	8,125	12,45	11,895	1406,98
média kg/dia	104,3	30,47	97,84	28,59	34,18	21,44	0,74	1,625	3,11	2,379	324,674
massa total (todos os dias)	1406,976										
média kg/dia	281,3952										

6.2.6 Análise dos resultados

Utilizando a tabela 63 e o gráfico da figura 65, apresenta-se o resumo dos dados colhidos, salientando-se que o peso dos resíduos gerados e que predominam são os putrescíveis oriundos da cozinha e de restos de alimentos, e em segundo lugar os resíduos infectantes, somado-se a estes últimos os perfuro-cortantes, considerados pela ABNT, também como infectantes, representam porcentagens muito semelhantes aos resíduos denominados de putrescíveis.

TABELA 63 - massa e porcentagens médias dos componentes encontrados nos resíduos de serviços de saúde da cidade de Pato Branco, no período de 22 a 26/05/97

MATERIAL	PESO (kg)	%
Cozinha e restos de alimentos	133,64	35,8
Infectante	120,26	32,22
Banheiro	31,65	8,478
Perfuro-cortantes	14,18	3,80
fraldas	0,90	0,24
vidros	0,74	0,20
papéis	37,22	9,97
papelão	3,88	1,04
Plástico filme	5,11	1,14
Plástico duro	15,77	4,22
Latas	1,14	0,31
outros	8,75	2,35

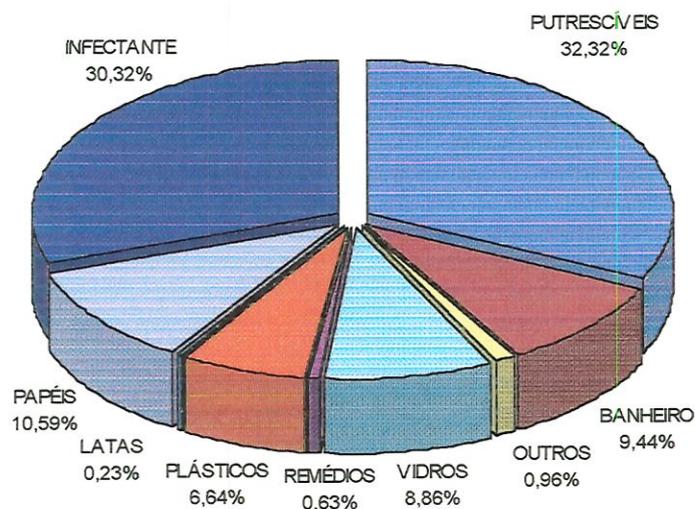


Figura 65 - Porcentagem dos componentes dos resíduos de serviço de saúde, no período de 22 a 26/04/97.



6.2.7 Massa dos resíduos de serviços de saúde em função da fonte geradora

Esta determinação foi realizada em função da diferença significativa apresentada pelos resíduos gerados nos dois hospitais, durante o primeiro dia de triagem.

Para a determinação destes dados, durante a coleta, os sacos plásticos contendo os resíduos de cada hospital e dos demais estabelecimentos, foram acondicionados dentro do veículo separadamente, conforme é mostrado na tabela N° 64.

Tabela 64 - Variação da massa dos resíduos gerados por estabelecimento, no período compreendido entre 23 e 26 de abril de 1997.

Estabelecimento	PESO (kg)			
	23/Abr	24/Abr	25/Abr	26/Abr
Policlínica Pato Branco	195,00	87,69	97,60	187,06
Hospital São Lucas	32,68	68,21	243,37	76,37
outros	159,34	104,11	201,95	86,99
TOTAIS	387,02	260,01	542,92	350,42

6.3 Levantamento das operações de coleta dos resíduos sólidos domiciliares

Como resultado da coleta de informações junto ao Departamento Municipal de Limpeza Pública, e do levantamento de dados a campo, utilizando a metodologia indicada no item 5.3, obteve-se os resultados apresentados a seguir.

6.3.1 Levantamento da estrutura de coleta

a) Recursos humanos

- 1 Diretor do Departamento Municipal de Limpeza Pública
- 1 Encarregado da distribuição dos motoristas e garis nos veículos de coleta; e dos funcionários da varrição
- 5 motoristas: 4 durante o período diurno, 1 no período noturno.
- 12 garis: distribuídos 8 no período diurno, 2 no período noturno e 2 de férias.

b) Frota de veículos

4 caminhões: 4 marca Mercedes Benz, 1 destes com ano de fabricação de 1971, 2 com ano de fabricação de 1972, e 1 com ano de fabricação de 1994; todos utilizam coletor tipo Garwood, os três mais antigos com capacidade nominal de 7,5 toneladas, e mais recente com capacidade nominal de 15 toneladas.

c) A manutenção é realizada na oficina do parque de máquinas da Prefeitura Municipal, apenas manutenção corretiva, em virtude deste fato, os coletores apresentam perfurações em vários pontos, ocorrendo o vazamento de chorume, escoando pela via pública, seu volume aumenta nos períodos chuvosos; o abastecimento de combustível é realizado no mesmo local.

6.3.2 Periodicidade e bairros atendidos

O acompanhamento do serviço de coleta resultou na elaboração da TABELA 65 e TABELA 66, abaixo, onde mostram a distribuição dos veículos e os bairros atendidos.

No gráfico da Figura 67 é apresentado resumo das TABELA 65 e TABELA 66 Tabela 66 com o objetivo de analisar a distribuição de cada veículo por número de quadras atendidas. Observou-se que apenas no roteiro do veículo 9401 atende regularmente um número aproximado de quadras. O caso extremo ocorre com o veículo 7201, que na Terça-feira atende 103 quadras, apenas no período da manhã.

Tabela 65 – Bairros atendidos e distribuição dos veículos, em função da frequência e turno.

Veículo	dia da semana e turno	bairro ou local	quadras e pontos atendidos	Soma
7201	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira Manhã	Baixada	6	27
		Santa Terezinha	11	
		Morumbi	10	
	Tarde	Industrial	5	57
		Santa Terezinha	4	
		São Vicente	17	
		Cristo Rei	21	
		Pinheirinho	10	
Sexta-feira – Tarde	Bonato	8	8	
Terça-feira e Quinta-feira Manhã	Cristo Rei	7	103	
	Novo Horizonte	26		
	Sudoeste	12		
	Santo Antônio	27		
Terça-feira – Manhã	Jardim Floresta	18	18	
	Tarde	São Cristóvão	31	48
São Roque		17		
7202	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira Manhã	Centro	6	44
		Brasília	6	
		Vila Izabel	10	
		Bortot	8	
		Planalto	14	
	Tarde	Centro	19	60
		Trevo da Guarani	15	
		Aeroporto	12	
		Vila Esperança	14	

TABELA 65 - Bairros atendidos e distribuição dos veículos (continuação).

Veículo	dia da semana e turno	bairro ou local	quadras e pontos atendidos	Soma
7202	terça-feira - quinta-feira Manhã	Centro + Brasília	1 + 19	42
		Vila Izabel	4	
Distrito industrial		4		
Fron		3		
Madeira Loremade		1		
Viação Pato Branco		2		
Viação Vale do Iguçu		1		
Laticínio CAPEG Distribuidor de combustíveis TRR		1		
Hotel		1		
Polícia Rodoviária		1		
Madeira Alberti		1		
Estádio Municipal		1		
Concessionária VOLVO.		1		
Tarde		Brasília	2	
	Pinheiros	13		
	Fron	8		
	CEFET	2		
7202	sábado	Centro	1	38
	Manhã	Brasília	20	
Pinheiros		12		
Bancários		5		
7901	segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira Manhã	Centro	5	52
		Jardim das Américas	10	
Sambugaro		11		
Planalto		26		
	Tarde	Trevo da Guarani	4	50
		Anchieta	19	
		Jardim Primavera	23	
		Sambugaro	4	
	terça-feira - quinta-feira			
	terça-feira - Manhã	Gralha Azul	10	10
	Tarde	Cadorin	10	37
		Bancários	7	
		Centro	11	
		Bela Vista	9	
7901	sábado - Manhã	Parzianelo	24	24
9401	Segunda, Quarta e sexta-feira - Manhã	Centro	15	31
		Planalto	16	
	Tarde	La Salle	31	31
	segunda-feira a sábado - Noite	Baixada	2	37
		Centro	35	
9401	terça-feira - quinta-feira Manhã	La Salle	3	29
		Industrial	18	
Amadori		8		
	Tarde	Amadori	4	38
		Menino Deus	31	
		Bairro São João	3	
9401	sábado Manhã	Parzianelo	19	38
		Bancários	9	
		Centro	12	

Tabela 66 - Frequência do serviço de coleta por veículo, dia da semana e número de quadras atendidas.

Veículo	dia da semana e turno	quadras e pontos atendidos
segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira - Manhã	7202	44
	7201	27
	9401	31
	7901	52
Tarde	7201	57
	7202	60
	9401	31
	7901	50
sexta-feira - Tarde	7201	65
terça-feira - quinta-feira-Manhã	7202	42
	7201	103
	9401	29
	7901	
Terça feira - manhã	7201	121
Terça-feira - quinta-feira- Tarde	7201	48
	7202	25
	9401	38
	7901	37
Sábado - manhã	7201	103
	7202	38
	7901	24
	9401	38

Tabela 67 - Frequência por bairro

Frequência	Bairro	Bairro	Frequência	Bairro
Diariamente (2ª a 6ª feira) Turno: noite	centro			Cristo Rei Novo Horizonte Sudoeste Santo Antônio Alvorada São Cristóvão São Roque Amadori Menino Deus Cadorin Bela Vista Bairro São João La Salle (3) Centro (1) Brasília Vila Izabel Distrito industrial Fragon
3 vezes por semana	La Salle Centro (1) Centro (6) Centro (19) Vila Izabel Bortot Trevo da Guarani Aeroporto Vila Esperança Centro (5) Jardim das Américas Sambugaro Planalto(26) Jardim Primavera Baixada	São Vicente Cristo Rei Pinheirinho Centro (15) Centro (12) Planalto (16) Planalto (14) Anchieta Santa Terezinha Morumbi Parzianelo Bancários Centro (12) Industrial	2 vezes por semana	
			1 vez por semana	Bonato Jardim Floresta CEFET Gralha Azul

Na TABELA 65, pode ser notado que o mesmo bairro é atendido por vários veículos, inclusive no mesmo dia, como é o caso do bairro Planalto, Centro, Brasília, Industrial e Santa Terezinha.

Da TABELA 67, pode-se observar que a frequência que predomina na coleta é de três vezes por semana; bem como pode ser notado que um mesmo bairros é atendido por veículos diferentes, por este motivo colocou-se um número entre parênteses que indica o número de quadras atendidas.

d) Percursos, distâncias

Os resultados do acompanhamento da coleta foram tabulados em planilhas recomendadas por FUZARO (1985), confeccionando a TABELA 68.

Tabela 68 - Planilha para avaliação do serviço de coleta da cidade de Pato Branco

Veículo: 7201							
DIAS DA SEMANA	terça-feira		quarta-feira		quinta-feira		sexta-feira
PARÂMETROS	1ª viagem	2ª viagem	1ª viagem	2ª viagem	1ª viagem	2ª viagem	1ª viagem
Tempo de coleta (h)	2,8	3,37	2,55	1,67	2,92	2,73	2,73
Distância de coleta (Km)	15	19	18	14	18	18	18
Tempo de percurso (h)	0,63	0,52	0,70	0,62	0,60	0,63	0,63
Distância de percurso (Km)	18	17	17	16	16	16	16
Km _{coleta} /h	5,35	5,63	7,06	8,38	6,93	6,59	6,59
Km _{percurso} /h	28,6	32,67	24,3	25,81	28,07	25,4	25,4
Tempo total (h)	3,43	3,89	3,22	2,29	3,89	3,36	3,36
Distância total (Km)	33	36	35	30	39	34	34

TABELA 68 - Planilha para avaliação do serviço de coleta (Continuação)

Veículo: 7202					
DIAS DA SEMANA	terça-feira		quinta-feira		sexta-feira
PARÂMETROS	1ª viagem	2ª viagem	1ª viagem	2ª viagem	1ª viagem
Tempo de coleta (h)	2,33	3,03	1,97	2,62	3,03
Distância de coleta (Km)	15	18	16	18	15
Tempo de percurso (h)	0,92	0,55	0,6	0,47	0,55
Distância de percurso (Km)	17	13	19	19	14
Km _{coleta} /h	6,43	5,94	8,12	6,9	4,95
Km _{percurso} /h	18,48	23,64	31,8	40,42	25,45
Tempo total (h)	3,25	3,58	2,85	3,09	3,58
Distância total (Km)	32	31	35	37	29

TABELA 68 - Planilha para avaliação do serviço de coleta (Continuação)

Veículo: 7901				
DIAS DA SEMANA	terça-feira		quarta-feira	
PARÂMETROS	1ª viagem	2ª viagem	1ª viagem	2ª viagem
Tempo de coleta (h)	2,18	1,45	1,22	2,03
Distância de coleta (Km)	12	7	4	10
Tempo de percurso (h)	0,55	0,31	0,68	0,47
Distância de percurso (Km)	15	10	12	16
Km _{coleta} /h	5,5	4,8	3,3	4,93
Km _{percurso} /h	27,3	32,3	17,64	34,04
Tempo total (h)	2,73	1,76	1,88	2,50
Distância total (Km)	27	17	16	26

TABELA 68 - Planilha para avaliação do serviço de coleta (continuação)

Veículo: 7901						
Dias da semana	terça-feira		quarta-feira		segunda-feira - noite	
PARÂMETROS	1ª viagem	2ª viagem	1ª viagem	2ª viagem	1ª viagem	2ª viagem
Tempo de coleta (h)	2,25	1,95	2,75	2,38	2,06	1,81
Distância de coleta (Km)	12	13,5	15,2	12	8,8	8,9
Tempo de percurso (h)	0,41	0,58	0,44	0,62	0,42	0,42
Distância de percurso (Km)	17	16,6	16,6	17	15,1	14,6
Km _{coleta} /h	5,33	6,92	5,53	5,04	4,27	4,92
Km _{percurso} /h	41,12	28,5	37,16	27,6	36,0	34,8
Tempo total (h)	2,95	3,52	3,28	3,08	2,48	2,23
Distância total (Km)	29	30,1	31,8	29	23,9	23,5

Utilizando planilhas da metodologia empregada por FUZARO (1985) e a equação (32) recomendada pelo IPT (1995), procedeu-se ao dimensionamento da frota necessária.

$$N_s = (1/J) \{ (L/V_c) + 2 (D_g/V_t) \} + 2 [(D_d/V_t) (1/J) (Q/C)]$$

Onde:

- D_g: em km; distância entre a garagem da empresa e o setor de coleta
D_g = 1,7 Km (valor médio obtido na Tabela)
- D_d, em km; distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga da coleta, quer seja ponto de destinação final ou uma estação de transferência
D_d = 7,1 Km (valor médio obtido na Tabela)
- (L), em quilômetros; extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, obtida através da soma da extensão de cada uma das vias pertencentes ao setor de coleta,

$$L = 120 \text{ Km}$$

- Vc: Velocidade média de coleta, preferencialmente medir em roteiros de coleta existentes

$$Vc = 5,9 \text{ Km/h (valor médio obtido na Tabela)}$$

- Vt: Velocidade média dos veículos nos percursos entre a garagem e o setor, e entre o setor e o ponto de descarga e vice-versa, deve ser medida em campo

$$Vt = 30 \text{ km/h}$$

Q: quantidade total de lixo a ser coletado no setor, em toneladas (t), ou em metros cúbicos (m³),

$$Q = 54,37 \text{ toneladas (peso máximo coletado, obtido da tabela 25)}$$

C: capacidade dos veículos de coleta, em toneladas (t), ou em metros cúbicos (m³)

$$C = 5 \text{ toneladas}$$

J: duração útil da jornada de trabalho

$$J = 7 \text{ horas}$$

Substituindo os dados acima na equação 4.32, obtem-se

$$Ns = (1/7_h) \cdot \{(120_{km}/5,9_{Km/h}) + 2 \cdot (1,7_{km}/30_{km/h}) + 2 \cdot [(7,1_{km}/30_{km/h}) \cdot (1/7_h) \cdot (54,37/5)]\}$$

$$Ns = 3,03 \text{ veículos.}$$

Isto significa que a o atual número de caminhões, 4, é suficiente para atender a coleta de resíduos na cidade.

Observação: As rotas não foram redefinidas, para o redimensionamento da frota utilizou-se o roteiro existente.

6.3.3 Custos aplicados na coleta dos resíduos sólidos domiciliares

Os dados obtidos junto ao Departamento de Recursos Humanos da prefeitura foram registrados na TABELA 69.

TABELA 69 - Tabela de custos, em Reais (R\$), despendidos na coleta, no período compreendido entre os meses de junho de 1996 e abril de 1997.

Veículo	jun/96	jul/96	ago/96	set/96	jan/97	fev/96	mar97	abr/97
7201	543,36	1090,67	330,65	372,58	537,52	759,00	787,64	330,81
7202	579,67	623,39	238,89	457,29	353,41	249,00	378,70	447,37
7901	668,26	642,87	246,42	328,29	339,89	724,65	606,28	453,25
9401	411,31	584,69	416,42	470,63	437,41	346,57	398,30	351,72

TABELA 69 - Tabela de custos, em Reais (R\$), despendidos na coleta, no período compreendido entre os meses de maio de 1996 e setembro de 1997.

Veículo	maio/97	jun/97	jul/97	ago/97	set/97	Subtotal	R\$/mês
7201	1083,00	1400,00	418,67	330,65	372,58	8357,13	642,86
7202	881,23	979,24	434,33	238,89	457,29	6318,70	486,05
7901	281,94	846,38	291,93	246,42	328,29	6004,87	461,91
9401	316,17	1109,56	544,84	416,42	470,63	6274,67	482,67

O valor total aplicado pelo município de Pato Branco, na manutenção da frota de veículos de coleta, num período de 13 meses foi de:

R\$ 26955,37 (vinte seis mil novecentos e cinqüenta e cinco Reais e trinta e sete centavos).

O valor médio por veículo foi de:

R\$ 481,35 (quatrocentos e oitenta e um reais e trinta e cinco centavos)

Na TABELA 70, foi tabulado a estimativa do peso coletado mensalmente a partir do peso médio diário (34273 kg/dia) no período de junho de 1996 a setembro de 1997, conforme registrado na Tabela 34, e em função do número de dias úteis (constante no mesmo campo do mês/ano), atingindo a massa de 11241,7 toneladas.

Tabela 70 - Peso mensal coletado, em toneladas, em função do número de dias úteis.

Jun/96	Jul/96	Ago/96	Set/96	Jan/97	Fev/97	Mar/97
24	27	26	25	25	23	24
822,6	925,4	891,1	856,8	925,4	788,3	822,6
Abr/97	Maio/97	Jun/97	Jul/97	Ago/97	Set/97	Total
25	25	24	27	26	25	
856,8	856,8	822,6	925,4	891,1	856,8	11241,7

Os dados sobre salários e encargos sociais, com os motoristas e garis, pagos mensalmente, alcançaram o valor de R\$ 12217,61; o que em 13 meses corresponde a R\$ 146611,32.

Relacionando a TABELA 69 - com o custo mensal com pessoal obtém-se o custo total mensal, que corresponde a por tonelada, ou seja:

$$R\$ 26955,37 + R\$ 146611,32 = R\$ 173566,69$$

O custo por tonelada resulta de relacionar as despesas com manutenção dos veículos mais o pagamento do pessoal (responsáveis, motoristas e garis), no período de 13 meses com o peso total coletado no mesmo período, como é mostrado abaixo.

$$\text{Custo/ tonelada coletada} = \frac{R\$173566,69}{11241,7\text{ton}}$$

Custo/ tonelada coletada = R\$ 15,44 (Quinze Reais e quarenta e quatro centavos).

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusões

- Da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares, verificou-se que o componente “orgânicos putrescíveis” representa 52,12% (em peso), o que corresponde a 17863 kg/dia lançados no aterro da cidade. Esta quantidade durante o processo de decomposição, na fase hidrolítica, cria um ambiente onde o potencial hidrogeniônico (pH) é ácido, o que favorece na corrosão de peças metálicas e a geração de chorume rico em metais.
- As diferenças nos componentes encontrados durante as várias caracterizações, mostra que no inverno ocorre a geração de putrescíveis, aumentando em 11,16%, com relação a primavera, e em 5,49% quando relacionada com o verão, concluindo-se que em virtude das baixas temperaturas, registradas no inverno, a população tende a permanecer nas residências, aumentando o consumo de alimentos.
- Durante o inverno também ocorre a redução do descarte de plásticos.
- A geração diária de resíduos da população é de 0,56 kg/habitante, 0,06kg acima da geração média no Brasil.
- Com relação à caracterização dos resíduos de serviços de saúde: não há necessidade de realizar a coleta diferenciada por uma empresa especializada, com pessoal e equipamentos específicos para tal fim, pois o peso dos resíduos considerados “infectantes” correspondem a uma coleta de 103 kg/dia.
- A coleta de resíduos de serviços de saúde não atende à legislação, pois são coletados e acondicionados junto aos resíduos sólidos domiciliares, a coleta é noturna, atendendo 95% dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.
- acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde é realizado junto com os demais resíduos por quase todos os estabelecimentos, apenas os dois hospitais realizam o acondicionamento de grande parte dos resíduos infectantes de forma diferenciada. Os resíduos não infectantes são constituídos de materiais recicláveis, os quais na sua maioria não tiveram contato com o paciente.

- Quanto ao serviço de coleta há uma distribuição desigual de áreas atendidas por veículo, sobrecarregando uns e folgando outros; alguns bairros são atendidos por vários veículos no mesmo dia; outros bairros são atendidos parcialmente num turno para atender outros no mesmo turno, para no próximo turno, no mesmo dia, completar o atendimento.
- Os custos fixos relativos à coleta são relativamente baixos, pois não se levou em consideração os custos com o aterro.
- Com os dados obtidos e através da metodologia empregada chegou-se à confecção de fluxograma para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos para a cidade de Pato Branco e para cidades de porte semelhante, mostrado na Figura 67.
- Dentro do sistema proposto existe um setor de grande importância, que é o de controle e fiscalização, este setor funciona centralizado no Departamento de Limpeza Urbana, o qual fiscaliza periodicamente os programas e atividades, possui, também, um setor de atendimento a reclamações, sejam estas de forma escrita ou verbal, verificando e promovendo alterações, visando a melhoria do sistema.

7.2 Recomendações

- Realizar caracterizações periódicas, no mínimo uma vez por ano, dos resíduos sólidos domiciliares, para avaliar as variações, tanto acréscimos como reduções, dos componentes, visando o controle e gerenciamento ambiental.
- Empregar os resultados da caracterização dos materiais orgânicos putrescíveis, na análise e planejamento do processamento destes resíduos na produção de composto orgânico, como forma de minimizar o potencial do impacto ambiental promovido pelo chorume rico em metais pesados.
- Utilizar os resultados desta pesquisa no redimensionamento dos serviços de coleta regular, readequando os roteiros para que os trabalhos ocorram com equidade, em função do número de domicílios atendidos e do peso coletado, este último deverá estar próximo da média diária; bem como no redimensionamento do programa de coleta seletiva existente, tanto da infra-estrutura, acondicionamento, comercialização e das campanhas de conscientização; e para a elaboração de projetos de lei e leis que venham a regulamentar o correto gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.
- Os estabelecimentos de serviços de saúde deverão promover o treinamento dos seus funcionários para que ocorra a correta segregação e acondicionamento dos resíduos considerados infectantes; promover também, segregação dos materiais recicláveis podendo contribuir para com o programa de coleta seletiva da cidade.

- Em virtude do reduzido peso de resíduos infectantes, recomenda-se instalar suporte, junto a carroceria do caminhão coletor, para colocar recipiente com tampa onde serão transportados este tipo de resíduos.
- Quanto ao serviço de coleta há necessidade de alterarem-se os roteiros, conforme descrito no primeira recomendação. Realizando previamente o levantamento do número de domicílios por bairro.

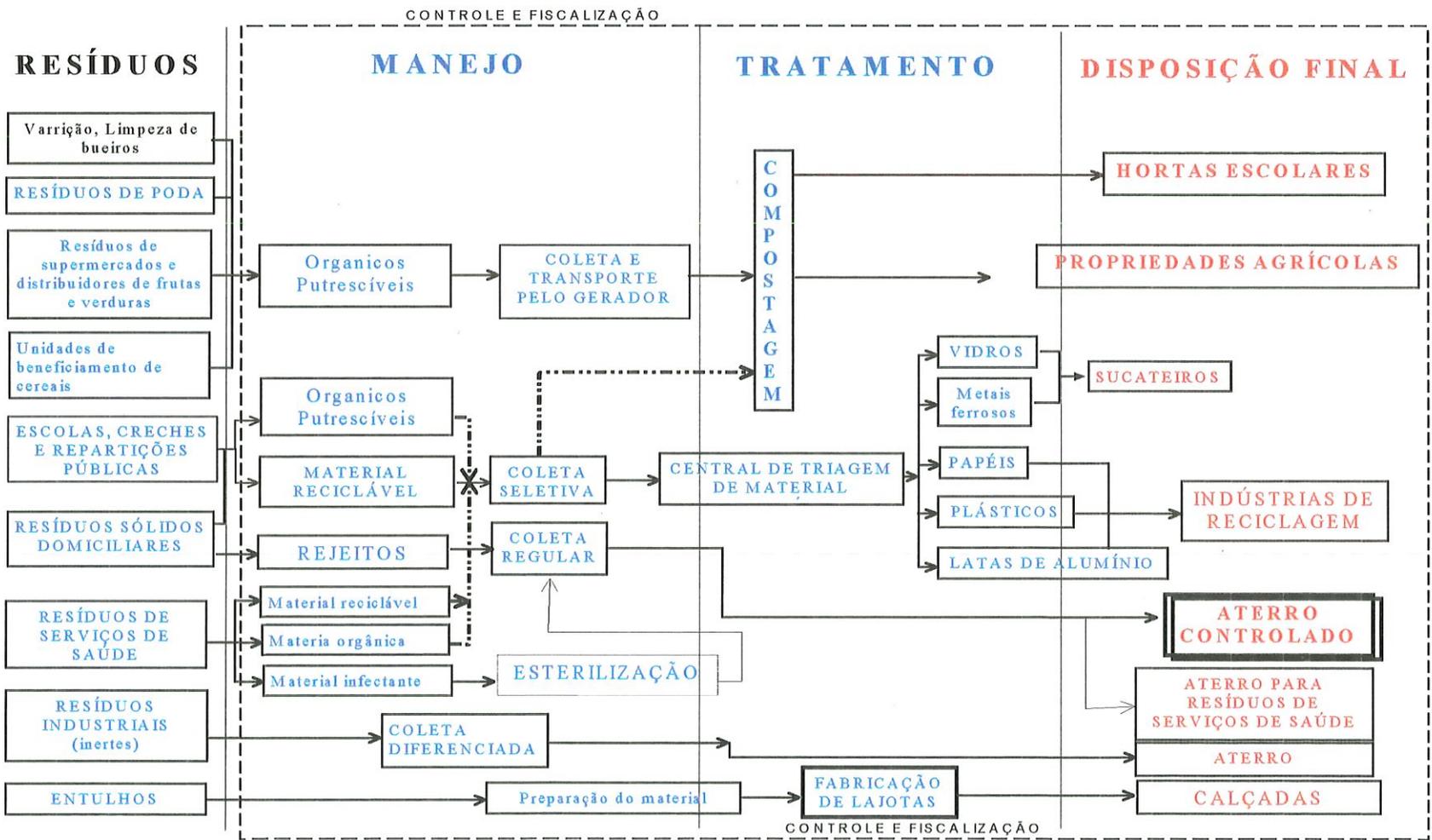


Figura 66 - Fluxograma do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos, proposta para a cidade de Pato Branco.

ANEXO A

**PLANILHA PARA COLETA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DA COLETA
REGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

PLANILHA Nº 1

Nome do motorista: _____ Data: ____/____/____
 Número de coletores no veículo: _____ Tara: _____ Dia da semana _____
 Carroceria tipo: _____ Capacidade: _____ Prefixo: _____ Placa _____
 Período da coleta: _____ Setor: _____
 Bairros coletados: _____

		1ª viagem		2ª viagem		3ª viagem	
		Horário	Km	Horário	Km	Horário	Km
1	Saída da garagem para coleta						
2	Coleta do 1º recipiente de lixo						
3	Coleta do último recipiente						
4	Chegada ao local de descarga						
5	Saída do local de descarga						
6	Chegada à garagem						
7	Outras paradas						

ANEXO B

PLANILHA PARA PROCESSAMENTO DOS DADOS OBTIDAS NA COLETA REGULAR

PLANILHA Nº 2

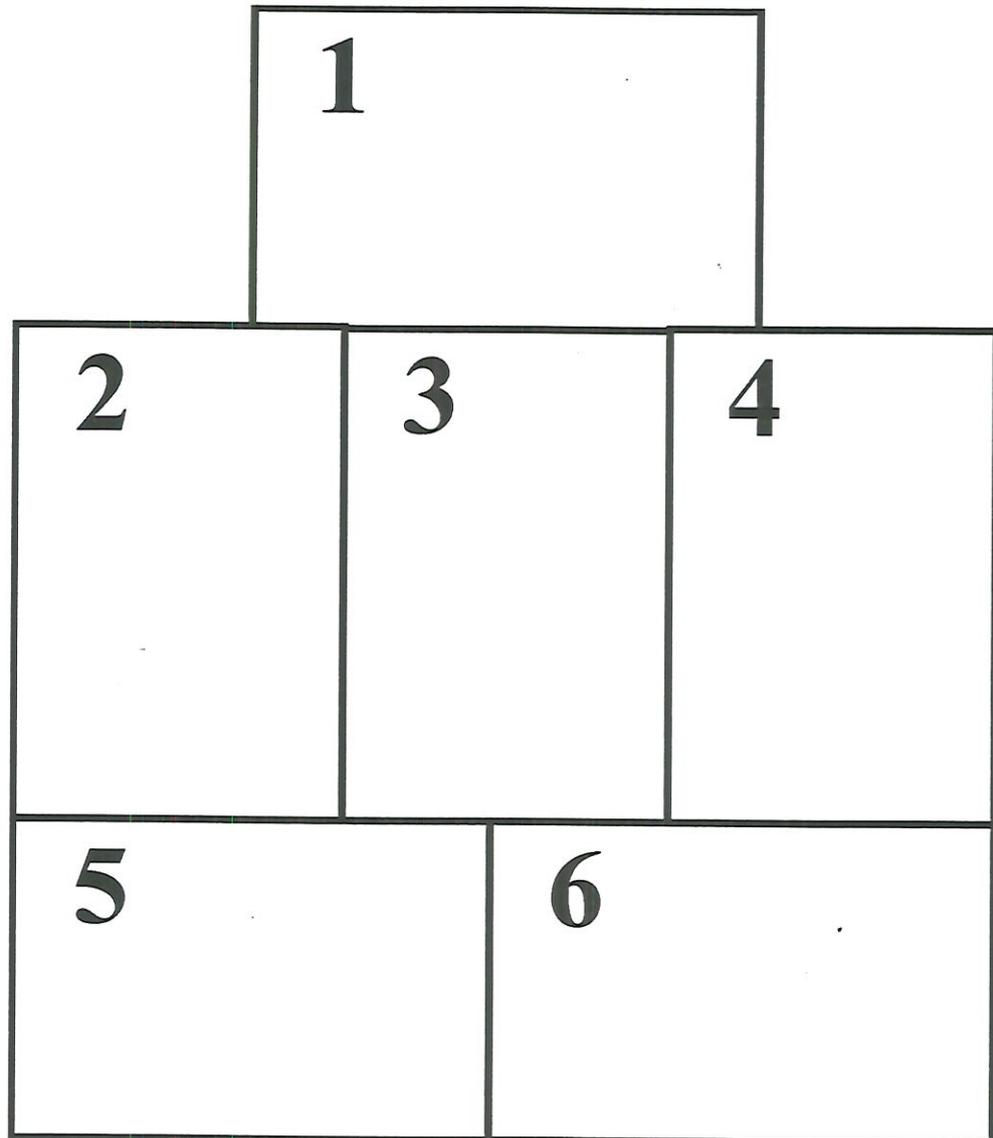
Setor: _____ Veículo: _____ Capacidade: _____ Guarnição: _____

DIAS DA SEMANA	Segunda-feira			Terça-feira			Quarta-feira			Quinta-feira			Sexta-feira			Sábado			Domingo		
	1ª v	2ª v	3ª v	1ª v	2ª v	3ª v	1ª v	2ª v	3ª v	1ª v	2ª v	3ª v	1ª v	2ª v	3ª v	1ª v	2ª v	3ª v	1ª v	2ª v	3v
PARÂMETROS																					
Tempo de coleta (h)																					
Distância de coleta (Km)																					
Tempo de percurso (h)																					
Distância de percurso (Km)																					
Lixo coletado (Kg)																					
Kg/Km _c																					
Km _c /h																					
Km _p /h																					
Tempo total (h)																					
Distância total (Km)																					

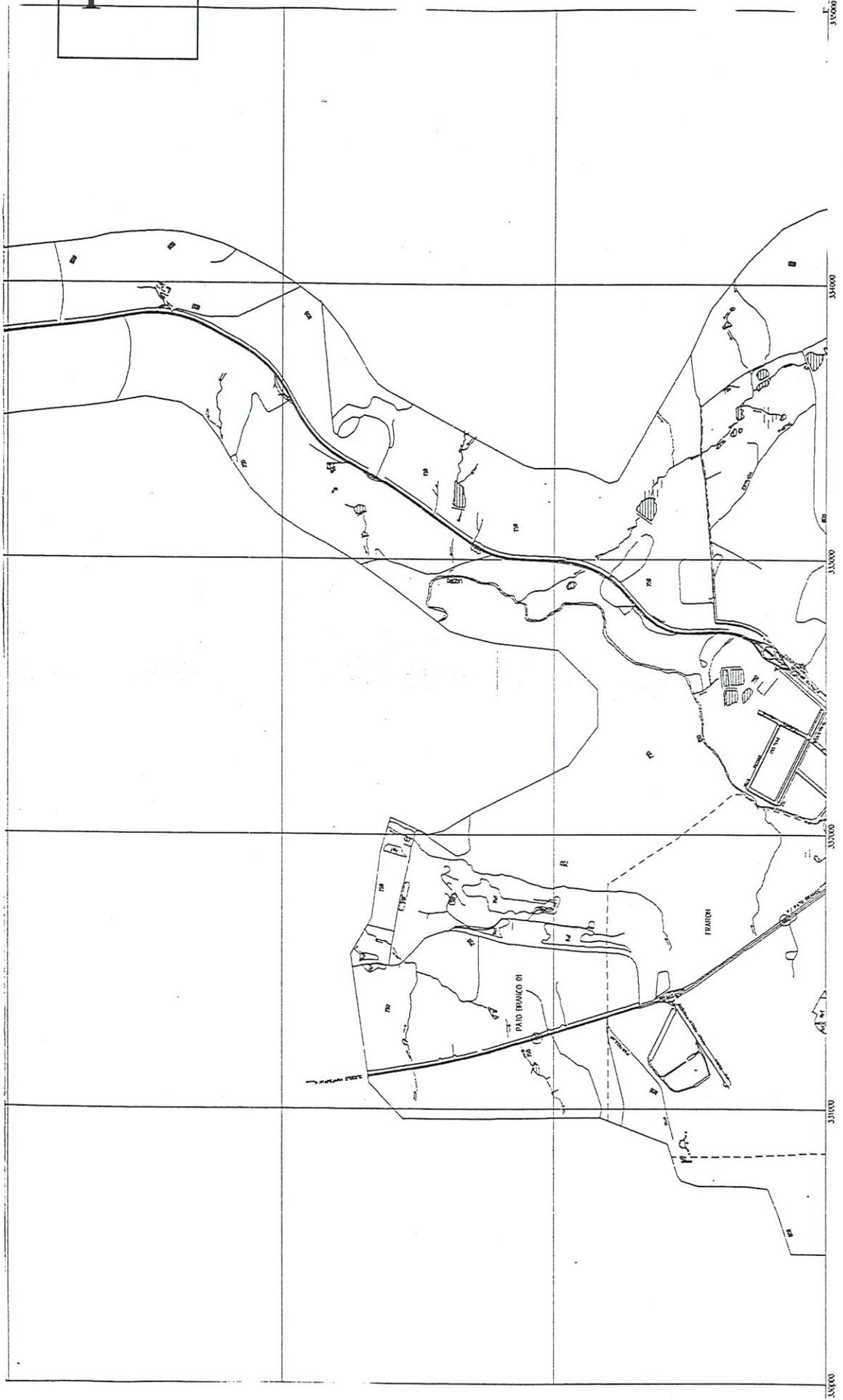
Fonte: FUZARO (1985)

ANEXO C**ROTEIRO DO PERCURSO PARA COLETA DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE.**

Para a confecção deste roteiro foi efetuada montagem sobre o croqui da cidade, dividindo-o na forma como é apresentado abaixo.

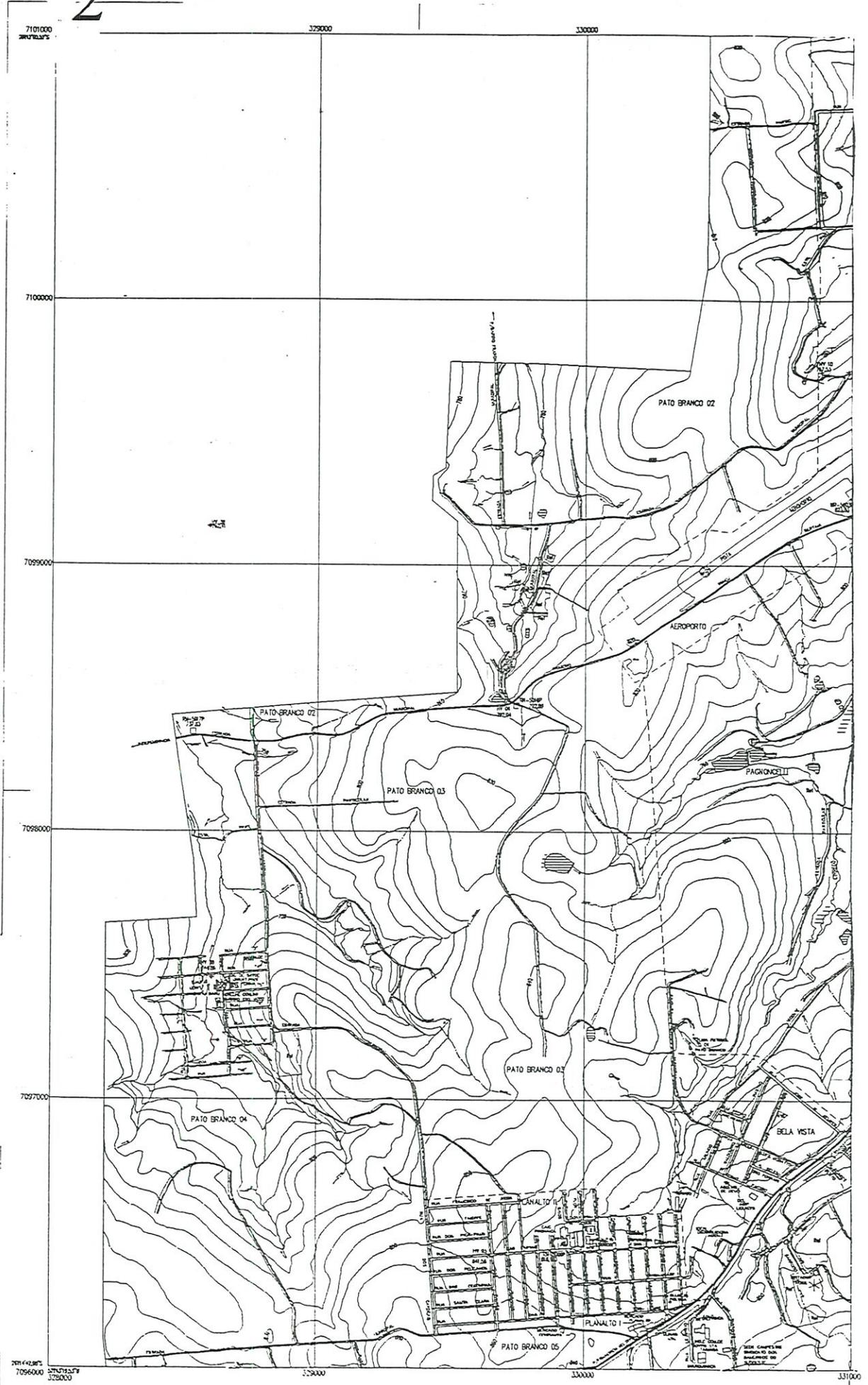


1

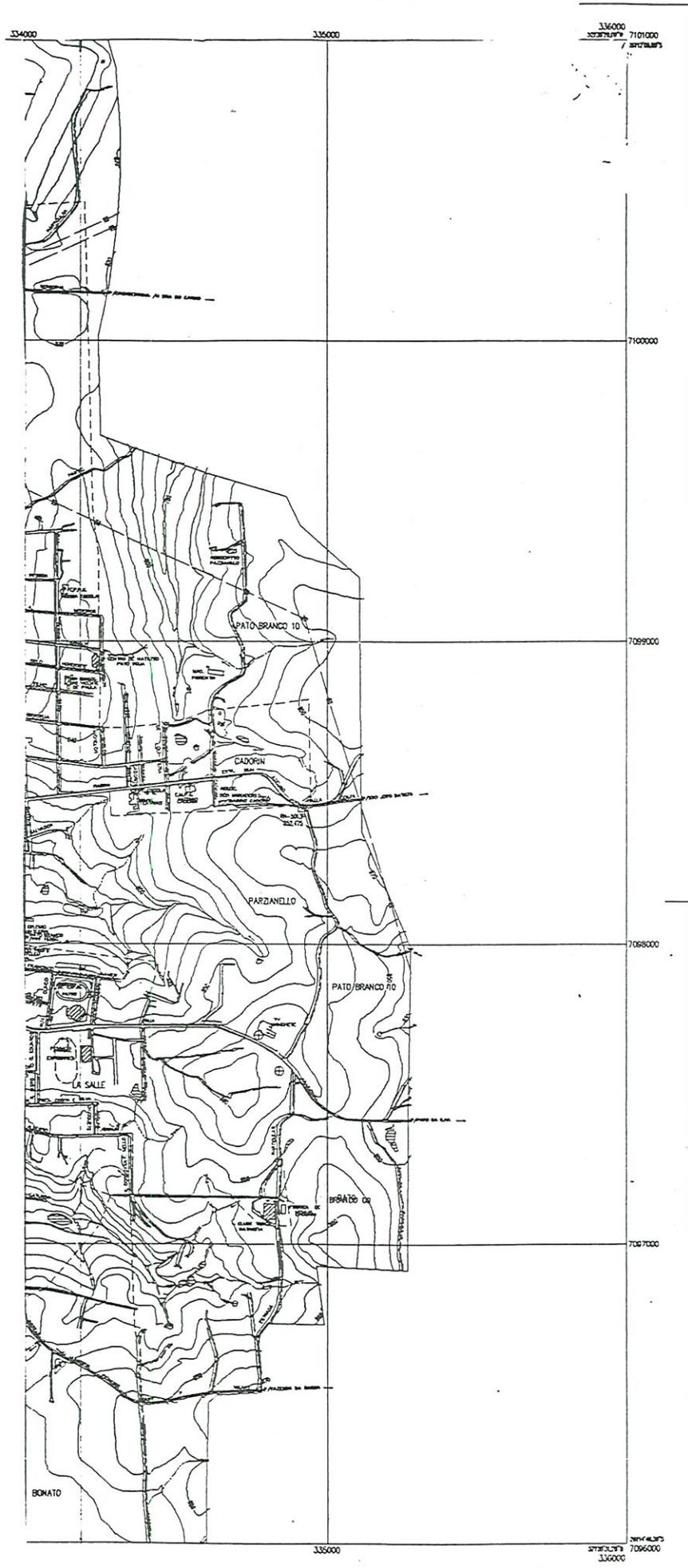


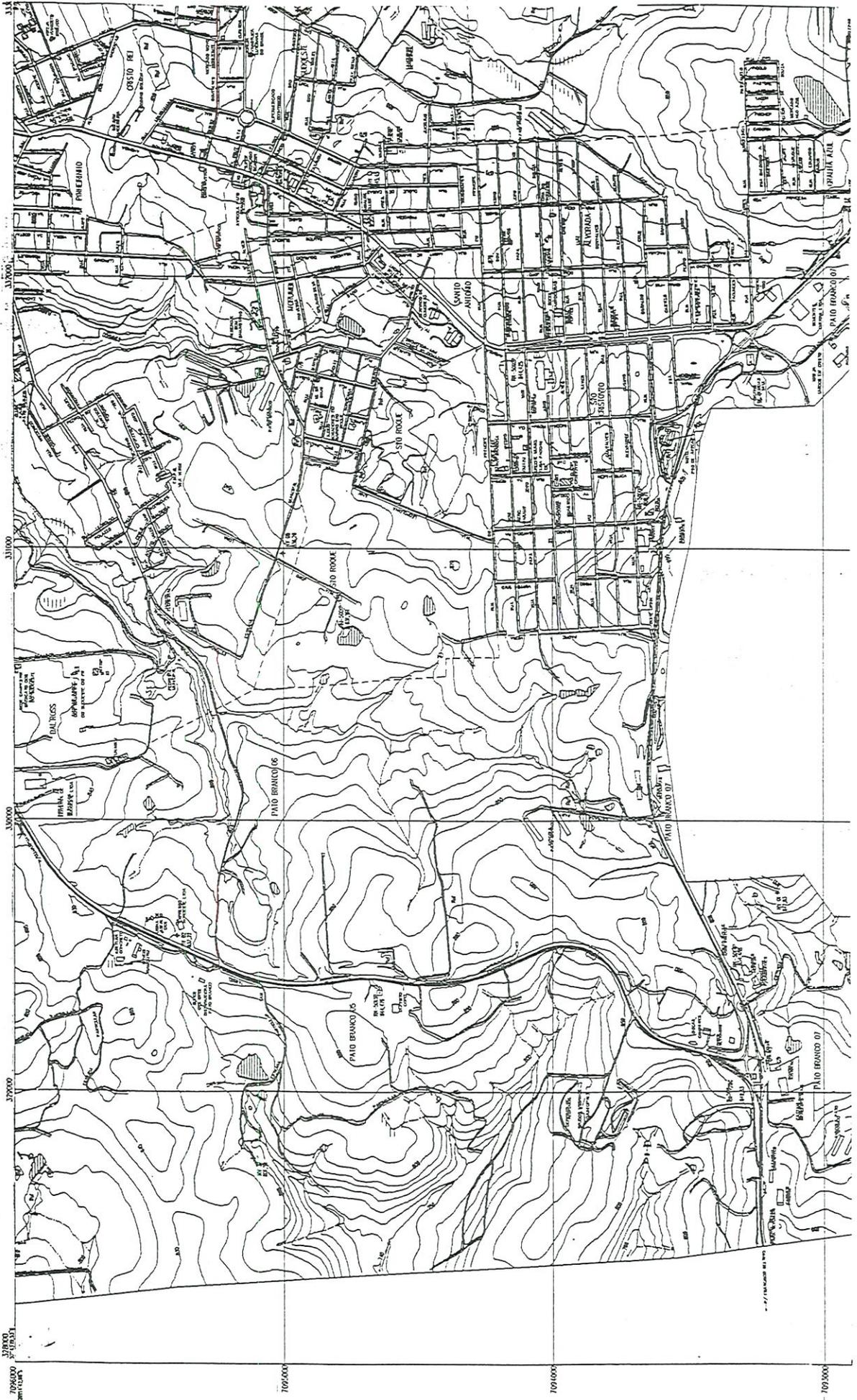
0000 1000 2000 3000 4000

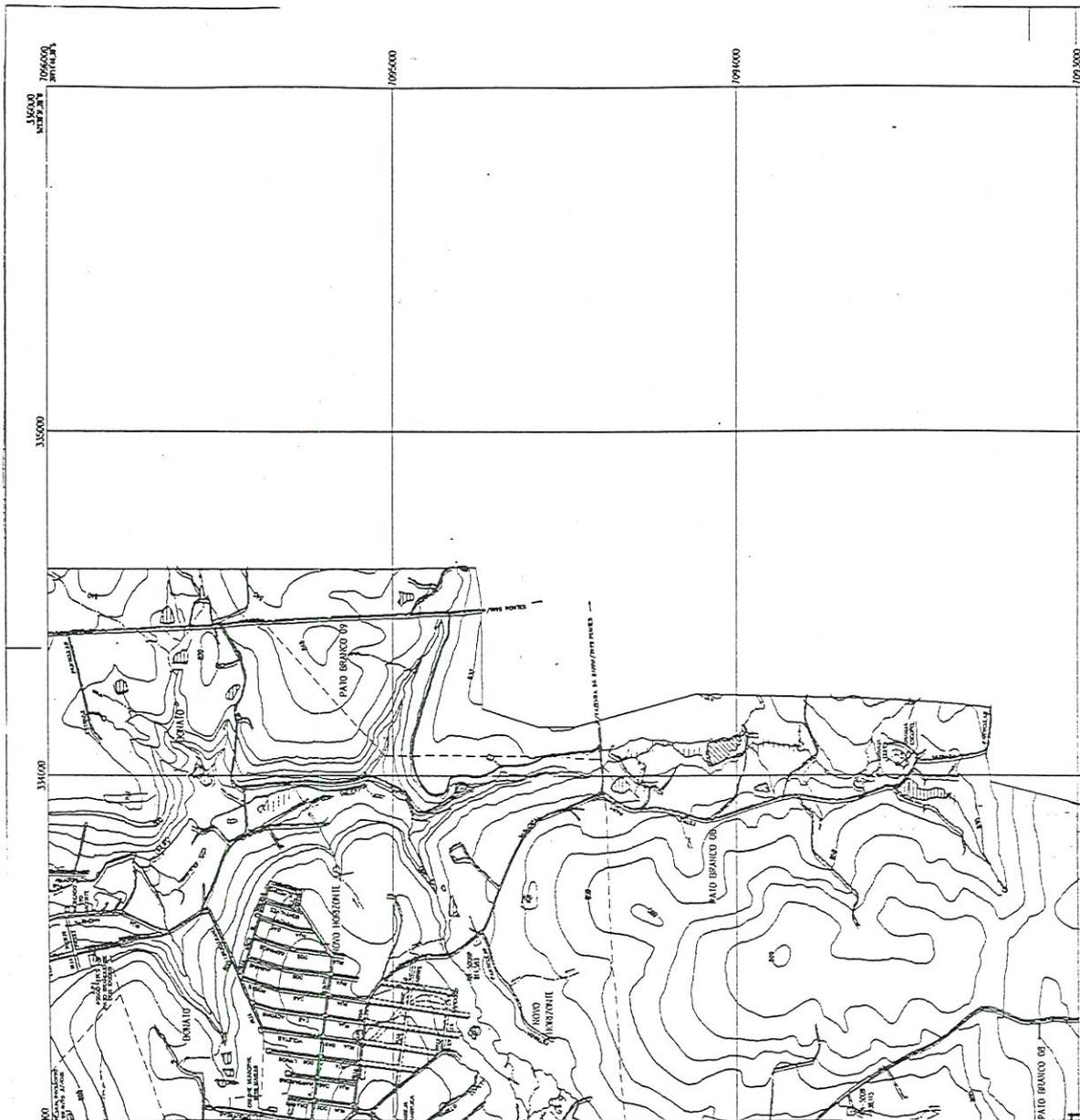
2











REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACADEMIC PRESS. In: Academic Press Dictionary of Science and Technology (1991). San Diego, Harcourt Brace Jovanovich. p.2352.
- ANDRADE, J. B. L. (1989) Avaliação do sistema de limpeza urbana na cidade de Campina Grande. Campina Grande,. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Universidade Federal da Paraíba.
- ANDRADE, J.B.L. de. 1995. Aspectos epidemiológicos e alternativas para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde. In: Seminário realizado no departamento de Hidráulica e Saneamento - EESC - USP, 24/11/95.
- ANDRADE, J.B.L. de. 1995. considerações sobre o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde no Brasil. In: Seminário realizado no departamento de Hidráulica e Saneamento - EESC - USP, 28/04/95.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1986). NBR 10007 - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro. ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1986). NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, ABNT
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1986). NBR 10006 - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro. ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1987). NBR 7500. Símbolos de risco para o transporte e armazenamento de materiais – simbologia. ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1987). NBR 8286. Emprego de simbologia para o transporte rodoviário de produtos perigosos. ABNT
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1993). NBR 12807 Resíduos de serviços de saúde. Rio de Janeiro, ABNT
- ASSOCIATION GÉNÉRALE DES HIGIÉNISTES ET TECHNICIENS MUNICIPAUX. (1977). Trabajos de la comisión basuras domiciliarias y limpieza de ciudades. Técnicas de higiene urbana: recogida y tratamiento de basuras, limpieza de las vias públicas. Madrid.
- BRASIL. (1993). Presidência da República. Secretaria do Meio Ambiente. CONAMA. 1993. Resolução N° 05 de 05/08/93, Normas para o tratamento de resíduos de serviços de saúde para portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 ago. 1993. Seção I, p. 12997.
- BUENO, L. C. F. (1997) Pesquisa 4.0 – Tabulação. Pato Branco – PR. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET, Unidade de Ensino de Pato Branco. Programa Computacional.

- CALDERONI, S. (1998). Os bilhões perdidos no lixo. Humanitas Editora, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- CARVALHO, A.L.S. de. (1979) Dimensionamento de uma usina em função do custo do transporte dos resíduos sólidos urbanos. In: Anais do I seminário sobre usinas termelétricas a resíduos sólidos urbanos. CETESB. São Paulo.
- CETESB - MINTER/CNDU (1979). Limpeza pública. São Paulo
- CHERMONT, L. S.; MOTTA, R. S.(1996). Aspectos econômicos da gestão integrada de resíduos sólidos. Texto para discussão N° 416. Rio de Janeiro. IPEA/Brasília. Ministério do Planejamento e Orçamento.
- EPA. United States Environmental Protection Agency. (1986). Solid waste. EPA guide for infectious waste management. Office of solid waste and emergency response. Washington, DC.
- FERREIRA. A. B. de. H. In: Novo dicionário da língua portuguesa (1975), Nova Fronteira, p.847.
- FUZARO, J. A. Projeto de coleta regular de lixo. (1984). CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- GAUSZER, t. (1996). Levantamento da geração de resíduos de serviços de saúde nas unidades da irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP). São Carlos. 133p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GOMES. L.P. (1989). Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários. São Carlos. Dissertação (Mestrado em hidráulica e saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- HOUGHTON MIFFLING COMPANY. (1994). In: American Heritage Dictionary (CD ROM).. Oxford, Oxford University Press.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (1993) Anuário estatístico. Rio de Janeiro, 1995. (verificar)
- JARDIM, N. S. et al. (1995).Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento integrado. Nilza Silva Jardim (coordenadora). 1ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE. (Publicação IPT 2163), 278P.
- LEITE, W. C. de A. (1997). Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI - 5) como referência. São Carlos. 270p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
- LEME, F. P. Engenharia do Saneamento Ambiental. (1982). L.T.C., Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro.
- LUND, H.F. (1993). The Mc Graw-Hill Recycling Handbook – United States. Haral B. Crawford.
- MATTOSO, V.D.B. (1996). Classificação, quantificação e análise microbiológica de resíduos de serviços de saúde da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos. São Carlos. 90p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

- MINISTERIO DE SANIDAD, EDUCACIÓN Y BIENESTAR DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA. (1976). Institute For Solid Wastes Of American Public Works Association. Tratamiento de los residuos urbanos. Madrid: 1.ed.,
- MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (1996). Texto para discussão No. 416 – Aspectos econômicos da gestão integrada de resíduos sólidos.
- NAREA, M. S. et al. (1990). Estudio de la composición de residuos sólidos urbanos de Madrid. Departamento de Ordenación del Territorio, urbanismo e Medio Ambiente de la E.T.S. de ingenieros de caminos, canales y puertos de la Universidad politécnica de Madrid.
- OLIVEIRA, W. E. (1969) Limpeza pública – Problema de engenharia. Revista D. A. E. Nº 71. São Paulo.
- OPS. Organización Panamericana de la Salud. (1992). Consideraciones sobre el manejo de residuos de hospitales en América Latina. Programa de salud Ambiental.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (1991). Guías para el desarrollo del sector de aseo urbano en Latioamérica y el Caribe. Programas de salud ambiental. Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional. Washington.
- PATO BRANCO (Município). Lei (1990). Disciplina a coleta de lixo urbano no município de Pato Branco e dá outras providências. Lei Nº 1404, de 06/12/95.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS – Secretaria de Serviços Públicos, Secretaria de Administração, Concepção e Coordenação. (1996). Campinas. A gestão dos resíduos sólidos urbanos.
- PINTO, M.A. da S.; et al. (1979). A coleta e disposição do lixo no Brasil. 1.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, p.7.
- ROCHA, Aristides Almeida. (1992). A história do lixo, in: Encontro Técnico: Resíduos sólidos e meio ambiente no estado de São Paulo. Série Seminários e Debates. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo
- ROCHA, R. e Peres, H. da S. (1995 p579). Minidicionário enciclopédico escolar. Ed Scipione. São Paulo
- SAKURAI, K. (1983). Aspectos básicos del servicio de aseo. Análisis de residuos sólidos municipales. Programa regional OPS/HPE/CEPIS de mejoramiento de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. Manual de instrucción.
- SALINAS, A. L.D. (1993) Evaluación técnico-econômica de los procesos de reciclaje de desechos domésticos. Los casos del vidrio, papel e plástico. Publicação LC/R 1354. CEPAL - Programa das Nações Unidas.
- SALVATO, J. A. Environmental Engineering and sanitation. (1982). John Wiley & Sons. New York.
- SARTORI, H.J.F. (1995). Discussão sobre a caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares. Belo Horizonte. 102p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- SCHALCH, V.; Andrade, J. B. L. de; Gauszer T. (1995). Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde., São Carlos, São Paulo.
- SCHALCH, V.; LEITE, W. C. de A. (1995). Gerenciamento integrado de resíduos sólidos. In : Curso sobre gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Fortaleza, Associação Brasileira de Engenharia Sanitaria e Ambiental/Universidade Federal do Ceará.

- SENGÊS, G. H. Limpeza urbana, métodos e sistemas. (1969), Instituto Nacional de Assessoria aos Municípios. Série - Desenvolvimento pelo conhecimento. Rio de Janeiro
- SKITT, J. (1992). Disposal of refuse and other waste, Cleansing and transport manager City of Stoke-on- Trent. New York. Halsted Press.
- TCHOBANOGLIOUS, G. THEISEND, H.; VIGIL, S. (1993). Integrated solid waste management. Engeneering principles and management issues. Mc. Graw Hill. Singapore.

APÊNDICE 1

**Panfleto para fins de cooperação dos moradores do bairro La Salle,
na segregação dos resíduos sólidos domiciliares.**

Caracterização do LIXO no Bairro La Salle

VAMOS CONHECER O LIXO QUE PRODUZIMOS PARA SABER COMO REUTILIZAR E RECICLAR.

Estaremos fazendo isto na segunda-feira, 15 e na quarta-feira, 17, deste mês.

Portanto, contamos com a sua ajuda.

Como colaborar?

1. você está recebendo 3 sacos plásticos;
2. a partir desta sexta-feira deposite o lixo orgânico, o lixo do banheiro e o lixo seco em cada saco;



3. na segunda-feira, coloque os três sacos no local de coleta, para fazermos a pesagem.
4. continue fazendo esta separação na segunda-feira, porque na quarta, 17, passaremos novamente fazendo nova coleta.

Obrigado! Fazendo isto estará contribuindo para que possamos desenvolver técnicas e métodos para tratarmos nosso lixo corretamente.

APÊNDICE 2

Tabela para registro dos dados da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares no bairro La Salle.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ
UNIDADE DE ENSINO DESCENTRALIZADA DE PATO BRANCO

Pato Branco, 11 de Julho de 1996.

Prezados Senhores:

Os professores Ricardo H. Hernández e Adelino C. Maccarini, estarão realizando no Bairro La Salle, a caracterização dos resíduos sólidos urbanos (lixo), para montagem de base de dados, que servirão na elaboração de metodologias para a operação, manejo e tratamento do lixo de nossa cidade, conforme projeto em anexo. Neste projeto consta a caracterização qualitativa e quantitativa a ser realizada no local do aterro controlado de resíduos sólidos de Pato Branco.

Para Isto solicitam os equipamentos e recursos humanos constantes no projeto, a saber:

- 10 garis, com equipamentos de proteção individual (luvas, botas, avental de material impermeável e máscaras anti-pó);
- uma pá carregadeira e operador;
- duas lonas plásticas (preta) 8,00m x 10m cada uma;
- 10 enxadas;
- 05 pás;
- 05 garfos ou tridentes para feno;
- 10 tambores com capacidade para duzentos (200) litros cada um.

A caracterização será realizada na terça-feira, 16 e na quarta-feira, 18, no período da manhã.

Sem mais para o momento, aproveitamos a oportunidade para estendermos votos de estima.

Atenciosamente

Ricardo H. Hernández
Prof. de Ensino Superior

Adelino C. Maccarini
Prof. de ensino de 2º Grau

APÊNDICE



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ
UNIDADE DE ENSINO DESCENTRALIZADA DE PATO BRANCO**

Of. N° 02/CAR/96

Pato Branco, 07 de agosto de 1996

Prefeitura Municipal de Pato Branco

Sr. Ires Guerreiro

Prezado Senhor:

Os professores Adelino Carlos Maccarini e Ricardo H. Hernández, juntamente com o professor, da rede pública estadual Wilfried Schwarz, vem realizando trabalhos na área de resíduos sólidos urbanos (lixo), na cidade de Pato Branco, com a finalidade de contribuir com o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias na área de limpeza pública. Como etapa inicial estão realizando a caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos domiciliares.

Estamos encaminhando, em anexo, sub-projeto de caracterização de resíduos sólidos domiciliares, onde pode ser verificado, a importância e necessidade de participação de vários setores da Prefeitura Municipal. A primeira caracterização foi realizada no período de 15 a 18 de Julho deste ano, na oportunidade contamos com a ajuda dos setores de limpeza e de máquinas. Para complementar esta primeira etapa, necessitamos dos custos que a administração municipal despense com a coleta, transporte e destinação final, bem como o peso dos caminhões de coleta, antes e depois do recolhimento do lixo. Com estes dados poderemos verificar e propor sistema de tratamento e destinação alternativa para Pato Branco.

Agradecemos o apoio e colaboração dispensada.

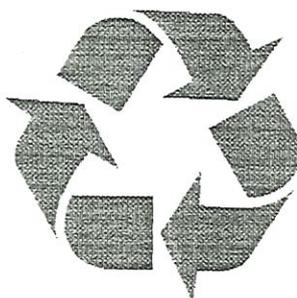
Atenciosamente

Ricardo H. Hernández
Professor de Ensino Superior

Wilfried Schwarz
Professor de Ensino de 2° Grau

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ
- CEFET
UNIDADE DE ENSINO DESCENTRALIZADA DE PATO BRANCO**

**ADELINO CARLOS MACCARINI
RICARDO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**



**SUB-PROJETO Nº 01
CARACTERIZAÇÃO DO LIXO DOMICILAR DA CIDADE DE
PATO BRANCO**

**PATO BRANCO
JULHO DE 1996**

APÊNDICE



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ
UNIDADE DE ENSINO DESCENTRALIZADA DE PATO BRANCO**

Of. N° 02/CAR/96

Pato Branco, 07 de agosto de 1996

Prefeitura Municipal de Pato Branco

Sr. Ires Guerre

Prezado Senhor:

Os professores Adelino Carlos Maccarini e Ricardo H. Hernández, juntamente com o professor, da rede pública estadual Wilfried Schwarz, vem realizando trabalhos na área de resíduos sólidos urbanos (lixo), na cidade de Pato Branco, com a finalidade de contribuir com o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias na área de limpeza pública. Como etapa inicial estão realizando a caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos domiciliares.

Estamos encaminhando, em anexo, sub-projeto de caracterização de resíduos sólidos domiciliares, onde pode ser verificado, a importância e necessidade de participação de vários setores da Prefeitura Municipal. A primeira caracterização foi realizada no período de 15 a 18 de Julho deste ano, na oportunidade contamos com a ajuda dos setores de limpeza e de máquinas. Para complementar esta primeira etapa, necessitamos dos custos que a administração municipal despense com a coleta, transporte e destinação final, bem como o peso dos caminhões de coleta, antes e depois do recolhimento do lixo. Com estes dados poderemos verificar e propor sistema de tratamento e destinação alternativa para Pato Branco.

Agradecemos o apoio e colaboração dispensada.

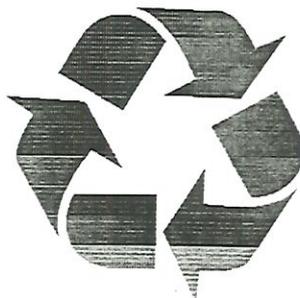
Atenciosamente

Ricardo H. Hernández
Professor de Ensino Superior

Wilfried Schwarz
Professor de Ensino de 2° Grau

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO
PARANÁ - CEFET
UNIDADE DE ENSINO DESCENTRALIZADA DE PATO
BRANCO**

**ADELINO CARLOS MACCARINI
RICARDO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**



**SUB-PROJETO Nº 01
CARACTERIZAÇÃO DO LIXO DOMICILAR DA CIDADE DE
PATO BRANCO**

**PATO BRANCO
JULHO DE 1996**

INTRODUÇÃO

A caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos domiciliares são elementos imprescindíveis no planejamento, elaboração de projetos e execução de atividades sobre limpeza pública.

Neste sub-projeto serão envolvidas várias metodologias pois pretende-se comparar o método proposto convencionalmente, com método, onde os resíduos serão caracterizados nos domicílios e posteriormente no local do aterro de lixo da cidade

Em se tratando de resíduos sólidos urbanos, qualquer atividade, planejamento ou projeto a ser desenvolvido, deverá levar em consideração as características qualitativas e quantitativas, utilizando-se para tal propósito o processo de caracterização destes resíduos. Isto vem constituir uma atividade preliminar de suma importância, e uma fonte de informações que servem de base para estudos e tomadas de decisões posteriores.

1 OBJETIVOS

1. Caracterizar qualitativa e quantitativamente os resíduos sólidos domiciliares, de um setor representativo da cidade.

2- Avaliar os custos dispendidos pela coleta, transporte e destinação final.

2. METODOLOGIA

- Definir quais características interessarão; *quantitativamente e qualitativamente*;
- Área atendida, definir juntamente com o responsável pela coleta e transporte do lixo o setor da cidade a ser trabalhado, nesta atividade serão envolvidos recursos como carta topográfica, croqui da cidade e plano diretor;
- Número de domicílios e população atendidos,
- Peso total, volume total, peso específico, índice de compactação e umidade;
- Composição físico-química (DQO , sólidos totais voláteis, N, P, K).
- Composição física do lixo, componentes (volume e peso individuais):

borracha, couro, madeira, matéria orgânica putrescível, materiais ferrosos, metais não ferrosos, papel, papelão, plástico duro, plástico mole, trapos, vidro, outros materiais; incluir apenas o peso dos resíduos de serviços de saúde.

Definir juntamente com o responsável pela coleta e transporte do lixo o setor da cidade a ser trabalhado, nesta atividade serão envolvidos recursos como carta topográfica, croqui e plano diretor.

2.1 VERIFICAÇÃO DO MÉTODO DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO EMPREGADO

Paralelamente à caracterização convencional pretende-se realizar a caracterização a partir do material pré-separado nas residências, para verificar a precisão do método de quarteamento empregado.

Neste item e a partir da escolha do setor representativo da cidade, proceder-se-á da seguinte maneira: 1.- serão selecionados alunos da rede pública do ensino estadual, preferencialmente do curso de Magistério, mantendo contato prévio com o Núcleo Regional da Secretária de Estado da Educação e Colégio Estadual PREMEN;

2. treinamento dos alunos selecionados, abordando aspectos de saúde pública, ambientais e educativos;

3. obtenção de vinte (20) balanças e vinte (20) pares de luvas, dois mil e oitocentos (2800) sacos plásticos (15 litros) junto ao CEFET - UNED Pato Branco, e Associação Comercial e Industrial de Pato Branco;

4. elaboração de panfleto para a população envolvida e fornecedora dos resíduos, a fim de separarem, durante a semana da caracterização, o material putrescível do não putrescível em sacos plásticos separados, número de moradores, peso e tipo do material, devolvendo-o em seguida;

5. divulgação das atividades nos meios de comunicação (jornais, rádios e televisão);

6. duas horas antes da coleta regular as equipes tomarão em cada residência os sacos plásticos com os resíduos, pesarão o material putrescível, separarão os vários materiais não putrescíveis efetuarão seu registro e endereço.

2.2 CARACTERIZAÇÃO CONVENCIONAL

O método a ser utilizado será o quarteamento, às segundas e quartas-feiras, de apenas uma semana, e no decorrer de 10 meses a partir de Julho/96 até Abril/97, coincidindo com as estações do ano, conforme cronograma abaixo:

Cronograma das Caracterizações

Ano	1996		1997	
Época	inverno	primavera	verão	outono
Amostragem	1	2	3	4
Data	15 e 17/julho	7 a 12/outubro	13 a 18/janeiro	14 a 19/abril

2.2.1 Peso total dos resíduos sólidos

Este dado é de suma importância, pois fornecerá a produção de lixo por habitante, desta forma se faz necessário que durante uma semana, de segunda-feira a sábado, os caminhões sejam pesados, antes de iniciar a coleta e após a mesma, no mesmo período da caracterização.

2.2.2 Materiais que interessarão

- Composição física do lixo, componentes (volume e peso individuais):
borracha, couro, madeira, matéria orgânica putrescível, materiais ferrosos, metais não ferrosos, papel, papelão, plástico duro, plástico mole, trapos, vidro, outros materiais; nos resíduos de serviços de saúde incluir apenas o peso.

2.2.3 Recursos necessários

- a) humanos: 10 pessoas, para a separação e pesagem dos materiais supra citados;
- b) equipamentos: 1) balança para pesagem do caminhão coletor,
 - 2) balança para pesagem dos materiais separados,
 - 3) equipamentos de proteção individual (12 pares de luvas de couro, 12 máscaras anti-pó, 12 aventais de material impermeável),
 - 4) dez (03) tambores com capacidade para duzentos (200) litros,
 - 5) duas (02) lonas plásticas (preta), 8 x 10 metros cada uma,
 - 6) uma (01) pá carregadeira,
 - 7) 10 enxadas,
 - 8) 05 pás.

2.2.4 Atividades:

1. pesagem do caminhão coletor, antes do início da coleta;
2. coleta do lixo no setor da cidade pré-escolhido;
3. pesagem do caminhão coletor após a coleta;
4. descarga dos resíduos, do caminhão coletor sobre lona plástica, na área do aterro;
5. abrir todos os sacos;
6. misturar com pá carregadeira;
7. divisão em quatro (4) montes e misturar o conteúdo de cada monte separadamente;
8. misturar dois a dois, os montes (2 x 200 Kg);
9. primeiro quarteamento;
10. retirar de cada monte cinquenta (50) Kg;
11. misturar dois a dois (2 x 100 Kg);
12. desprezar duas quartas partes de cada monte. de preferência as partes que ficam em diagonal;
13. o que restar será a amostra para composição física e análise de laboratório.

A caracterização será realizada seguindo o fluxograma a seguir:



APÊNDICE 4

Formulário para o levantamento da situação dos resíduos de serviços de saúde.

LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

I IDENTIFICAÇÃO

1. Categoria do estabelecimento: F CM CO CLM CLV
LAC

LPC RX H

2. Quadro de recursos humanos

Nº de funcionários	formação

II SEGREGAÇÃO, ACONDICIONAMENTO E MANUSEIO

1. Realiza separação entre o lixo comum e lixo infectante sim não

2. Volume diário produzido (litros)

L. infectante		lixo comum		medic. vencidos		resíduos químicos	
esterilizados		Animais mortos					

3. local de armazenamento

a) Nº de lixeiras _____

b) Possui abrigo de resíduos? Sim não

4. Acondicionamento dos resíduos

Saco branco leitoso saco comum identificado saco comum duplo identificado

Saco comum sem identificação outros: _____

5. Acondicionamento dos materiais perfuro-cortantes

latas caixas de papelão outros _____

6. Condições do local de armazenamento ou espera do lixo (lixeira externa)

a) tambores fechados abertos

b) é sinalizado "substância infectante" ou outro? sim não

c) possui ponto de água? sim não

d) possui ralo? sim não

e) é revestido internamente (piso, paredes e teto) com material liso? sim não

f) ocorre descontaminação do lixo contaminado? sim não

III COLETA

1. Periodicidade da coleta: diária ; três vezes/sem ; duas vezes/sem ; uma vez/sem

APÊNDICE 5

Panfleto para divulgação do levantamento de resíduos de serviços de saúde.

Levantamento de Resíduos dos Estabelecimentos de Serviços de Saúde

Estamos estudando alternativas para o correto tratamento e destino final do lixo produzido. Por tanto solicitamos que durante a próxima semana, nos dias 22, 23, 24, 25 e 26 de abril, os resíduos comuns (lixo do escritório e da cozinha) sejam depositados dentro de um saco plástico; e os resíduos contaminantes (medicamentos vencidos/perfuro-cortantes, devidamente embalados; curativos; luvas; etc.) em saco branco leitoso e identificado de acordo com a norma NBR 9190 ABNT. Colocando os dois sacos para serem coletados até as 9:00h.

Convidamos, também a participar do I encontro sobre lixo de serviços de saúde, no dia 10 de maio de 1997, no auditório do CEFET - Pato Branco, onde será decidido a forma de tratamento que será dado a este tipo de lixo.

APÊNDICE 6

Tabela para tabulação dos dados sobre resíduos de serviços de saúde

