

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM
LOCAL DE ENTREGA OBRIGATÓRIA:
Aspectos de custos e opinião dos usuários.**

Edson Marcondes de Souza

São Carlos

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM LOCAL
DE ENTREGA OBRIGATÓRIA:**
Aspectos de custos e opinião dos usuários.

Edson Marcondes de Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Bernardo A. N. Teixeira

São Carlos

2006

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

S731cr

Souza, Edson Marcondes de.

Coleta de resíduos sólidos domiciliares em local de entrega obrigatória: aspectos de custos e opinião dos usuários / Edson Marcondes de Souza. -- São Carlos : UFSCar, 2006.

121 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Resíduos sólidos. 2. Coleta de resíduos. 3. Custos comparados. 4. Coleta em local de entrega obrigatória. I. Título.

CDD: 363.7285 (20^a)

À minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira por ensinar, verdadeiramente, o ofício de professor;

Ao Prof. Dr. Arthur Roberto Silva pelas informações gentilmente disponibilizadas;

Aos mestres colegas Vanderlei Festi, Grazielli Graciolli e Luciana Massukado pela amizade construída;

À minha mulher Adalgisa e filhos Ana Carolina, Juliana, Camila e Henrique pela cooperação inestimável;

Resumo

Neste trabalho é apresentada uma comparação entre a coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares, denominada porta-a-porta, realizada na maioria dos municípios brasileiros e a coleta em locais de entrega obrigatória (CLEO), realizada em pontos específicos, para onde os residentes devem levar os resíduos por eles gerados para serem recolhidos.

A literatura aponta este segundo tipo de coleta como o de menor custo no sistema de resíduos sólidos e, neste trabalho buscou-se compará-la com a coleta porta-a-porta e conhecer as opiniões a respeito deste tipo de coleta, através de pesquisa com residentes num setor onde é realizada de modo não obrigatório, na cidade de Bebedouro - SP.

A comparação teórica baseada no modelo de Aguiar (1993) apontou que a coleta em locais de entrega obrigatória pode ser de custo menor que a coleta porta-a-porta em cerca de 10 a 30%, considerando-se a redução de frota e de guarnição.

A pesquisa informou que 75% dos respondentes acham-se envolvidos e conhecem os serviços de coleta dos RSD e a maioria aprova o modo como se dispõe e se coleta o lixo, nas lixeiras da ilha central, mas 60% não admitiram ter uma lixeira coletiva na calçada de sua casa.

Outro dado importante observado é que a população pesquisada aceita “trocar” certo sacrifício de sua parte (no caso andar uma distância maior para dispor o lixo) por um benefício concedido pelo poder público (desconto nos tributos municipais).

Abstract

This work presents a comparison between conventional solid waste collection, also known as door-to-door collection which is used by most of the Brazilian's municipalities and the Mandatory Drop-Off Waste Collection At Specific Sites (CLEO), to where the residents must transport their domestic solid waste to be collected.

Literature points to the Mandatory Drop-Off (CLEO) as likely to have the lowest cost in the solid waste system. Also, the paper proposes to compare this type of collection with the door-to-door collection. And in addition, to find out the residents' opinion about this type of collection, a survey was conducted with the residents of a street segment in Bebedouro-SP, where a drop-off collection is currently made at specific sites, but not in a mandatory way.

The survey points that the collection at specific points is 10 to 30 per cent less expensive than the door-to-door collection. (If crew and vehicles are taken in consideration)

Bebedouro/SP's survey shows that 75% of respondents are involved and know about the collection of solid waste services. Most of residents that live around main street approved the way that collection and disposal are made, at a central island. However, 60% do not want a container in the curbside of their front house.

Another important issue that the respondents declared is their disposition to make a certain "sacrifice", like to walk a lot a distance to dispose their solid waste in order to pay their Town's taxes at a discount rate.

Sumário

Resumo	i	
Abstract	ii	
<u>Introdução</u>	<u>1</u>	
I	Introdução	1
II	Objetivos	5
III	Estrutura do trabalho	6
<u>Capítulo 1</u>	<u>7</u>	
1.1	Coleta e transporte de RSD	7
	Caracterização da área	11
	Caracterização dos RSD e do volume a ser coletado	11
	Caracterização do clima	12
	Empresa prestadora dos serviços	12
	Cobrança pelos serviços prestados	13
	Avaliação e definição dos tipos de coleta	14
	Equipamentos	14
	Estação de transferência	17
	Roteiros	18
	Horários	23
	Implantação e monitoramento	24
1.2	Tipos de coleta	25
	Coleta porta-a-porta (<i>curbside collection</i>)	25
	Coleta por quadras (<i>block collection</i>)	28
	Coleta em pontos específicos	29
1.3	Coletas pelo mundo	30
	Nagoya, Japão	30
	Kyoto, Japão	32
	Austin, EUA	33
	London, Canadá	38
	Barcelona, Espanha	39
<u>Capítulo 2</u>	<u>45</u>	
2.1	Dimensionamento de coleta e transporte de RSD	45
2.2	Custos	50
2.3	Comparação de coletas porta-a-porta e CLEO	56

2.3.1	Custos da coleta porta-a-porta	60
2.3.2	Custos da CLEO	63
2.3.3	Custos comparados	66
<u>Capítulo 3</u>		<u>70</u>
3.1	Metodologia do trabalho	70
3.1.1	Características do município	71
3.1.2	Sistema de RSD	74
3.1.3	Gerenciamento dos RSD	76
3.1.4	Da pesquisa de campo	78
	Tamanho da amostra	80
	Questionário	82
<u>Capítulo 4</u>		<u>85</u>
4.1	Resultados e discussão da pesquisa de opinião	85
4.1.1	O serviço municipal de coleta dos RSD no setor pesquisado	85
4.1.2	Perfil dos respondentes	85
4.1.3	Respostas às questões da entrevista	90
<u>Capítulo 5</u>		<u>110</u>
5.1	Conclusões e recomendações	110
<u>Bibliografia consultada</u>		<u>113</u>
<u>Apêndice</u>		
Questionário da pesquisa de campo		

Lista de figuras

Figura 1. Caminhões basculante, guindaste e poliguindaste	15
Figura 2. Carrinho do tipo Lutocar	16
Figura 3. Coletas automatizada e manual em Austin, EUA	34
Figura 4. Separação entre contêineres para coleta em Austin, EUA	35
Figura 5. Recipientes secundários utilizados em Austin, EUA	35
Figura 6. Afastamento entre recipientes em Austin, EUA	36
Figura 7. Coleta de RSV em Austin, EUA	36
Figura 8. Folheto informativo da coleta de RSV em Austin, EUA	37
Figura 9. Folhetos explicativos à população de London, Canadá	39
Figura 10. Recipiente rígido para coleta manual em Barcelona	41
Figura 11. Residente dispendo dos RSD em Barcelona	42
Figura 12. Contêineres para coleta mecanizada em Barcelona	42
Figura 13. Tubulação de coleta pneumática em Barcelona	43
Figura 14. Pontos Verdes fixos e móveis em Barcelona e suas localizações	44
Figura 15. Tela de trabalho da planilha do SELURB	56
Figura 16. Configuração da cidade-modelo utilizada e suas distâncias	61
Figura 17. Localização das lixeiras para CLEO na cidade-modelo	64
Figura 18. Lixeira-tipo instalada na Av. Pedro Paschoal, em Bebedouro-SP	71
Figura 19. Localização do município de Bebedouro/SP	72
Figura 20. Foto de satélite da Avenida Pedro Paschoal	80
Figura 21. Ação de catadores na lixeira da ilha central das Av.s. Pedro Paschoal e Raul Furquim	94
Figura 22. Disposição do lixo na Av. Pedro Paschoal	99
Figura 23. Lixo espalhado ao redor da lixeira na Av. Pedro Paschoal	102
Figura 24. Medidas da lixeira da ilha central da Av. Pedro Paschoal	102
Figura 25. Residente depositando sua embalagem na lixeira	103
Figura 26. Catador apanhando recicláveis na lixeira da Av. Raul Furquim	104

Lista de quadros

Quadro 1. Vantagens e desvantagens da coleta noturna de RSD	24
Quadro 2. Informações sobre coleta dos RSD em Nagoya – Japão	32
Quadro 3. Municípios por estratos populacionais e dados gerais sobre a geração de resíduos sólidos (lixo).	46
Quadro 4. Veículos coletores e guarnições frequentemente utilizadas	49
Quadro 5. Produção de RS em Bebedouro – SP	74
Quadro 6. Composição dos RSD de Bebedouro	75
Quadro 7. Frequência da coleta por setor no município de Bebedouro	77
Quadro 8. Número de viagens realizadas para o aterro sanitário pelos veículos coletores em Bebedouro.	77
Quadro 9. Afirmções sobre a lixeira da ilha central da Av. Pedro Paschoal	101

Lista de gráficos

Gráfico 1. Custos do gerenciamento do sistema de RSU	3
Gráfico 2. Número de municípios x Percentual aplicado na limpeza urbana e na coleta e transporte de RSU	8
Gráfico 3. Frequência da coleta de RSD nos municípios brasileiros em 2000	9
Gráfico 4. Forma de cobrança dos municípios brasileiros pelo serviço de limpeza urbana e coleta e transporte de RSU no Brasil em 2000	14
Gráfico 5. Frequência do uso de equipamentos na limpeza pública, coleta e transporte de RSU no Brasil em 2000	16
Gráfico 6. Situação da renda familiar dos respondentes homens e mulheres conforme o Critério de Classificação Econômica Brasil	86
Gráfico 7. Idade declarada dos respondentes do sexo masculino	87
Gráfico 8. Idade dos respondentes do sexo feminino	87
Gráfico 9. Profissão declarada dos respondentes, em percentual de frequência	88
Gráfico 10. Área da residência dos respondentes, em metros quadrados	89
Gráfico 11. Número declarado de pessoas que residem ou atuam permanentemente nas unidades entrevistadas	89
Gráfico 12. Grau de escolaridade dos respondentes	90
Gráfico 13. Pessoa responsável por colocar o lixo na rua para ser coletado pelo caminhão	91
Gráfico 14. Recipientes primários utilizados para disposição dos RSD para coleta	92
Gráfico 15. Onde os residentes armazenam os RSD antes da coleta	93
Gráfico 16. Materiais separados na embalagem do lixo	93
Gráfico 17. Período anterior à coleta em que o lixo é colocado na rua pelos residentes para ser coletado	95
Gráfico 18. Frequência declarada da coleta do lixo na Av. Pedro Paschoal	97
Gráfico 19. Horário declarado de coleta do lixo	97
Gráfico 20. Local declarado de uso para deposição do lixo para ser coletado	98
Gráfico 21. Percepção da coleta na ilha central da Avenida Pedro Paschoal	100

Gráfico 22. Avaliação da adequação da lixeira na ilha central da Av. Pedro Paschoal	101
Gráfico 23. Distância percorrida entre a residência e a lixeira, declarada pelos residentes	105
Gráfico 24. Quanto os respondentes estariam dispostos a andar se tivessem benefício financeiro	106
Gráfico 25. Distância declarada a ser percorrida (pelos respondentes que disseram andar 10,0 m) caso houvesse desconto nos tributos municipais	106
Gráfico 26. Características da lixeira ideal dos respondentes da pesquisa	108
Gráfico 27. Aceitação da permanência da lixeira coletiva na própria calçada	109

Lista de tabelas

Tabela 1. Exemplo de dimensionamento de frota no turno diurno	49
Tabela 2. Renda familiar x tempo anterior à coleta	95
Tabela 3. Idade dos respondentes x tempo anterior à coleta	96

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CLEO	Coleta em local de entrega obrigatória
EUA	Estados Unidos da América
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT:CEMPRE	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: Compromisso Empresarial para a Reciclagem
NBR	Norma Brasileira, editada pela ABNT
PEAD	Polietileno de alta densidade
PET	Polietileno de baixa densidade
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada pelo IBGE
RS	Resíduos sólidos
RSD	Resíduos sólidos domiciliares
RSU	Resíduos sólidos urbanos
RSV	Resíduos sólidos volumosos
SWANA	Solid Waste Association of North America
USEPA	United States Environmental Protection Agency

I. Introdução

Em função do crescimento da população global, dos movimentos migratórios dos residentes no campo para os centros urbanos e da mudança dos hábitos de consumo, dentre outros fatores, a geração dos RSU é crescente e ininterrupta. Desafia as administrações públicas a solucionarem os problemas decorrentes da destinação adequada destes resíduos sem o comprometimento ambiental.

Ao longo da história, observa-se a adoção de variados modelos de gestão dos sistemas de RSU. Os antigos modelos, que compartimentavam as fases que compunha estes sistemas, cedem lugar a um novo, que apresenta uma abordagem integrada do sistema, aplicando novos paradigmas que se sobrepõem aos antigos. As diretrizes do novo modelo priorizam a redução na fonte, o reaproveitamento, o tratamento e a disposição final.

A Agenda 21 (1992) destaca a necessidade de se manejar de modo sustentável os RS, buscando atingir a causa fundamental do problema – a geração – o que implicaria na utilização de um novo conceito: o do manejo integrado com a proteção do ambiente.

A redução na fonte e/ou origem é a redução de resíduos devido à sua não geração e pode ocorrer por meio de mudanças no produto, no material usado, nos insumos utilizados, na tecnologia de produção e da mudança do desenho do produto.

As estratégias de reaproveitamento ou reutilização consistem em ações de reutilização onde o resíduo está pronto para o uso, enquanto na reciclagem deve existir um processo transformador do resíduo, que retorna ao sistema produtivo como matéria-prima.

O tratamento e disposição final devem ser feitos de modo saudável ao ambiente, utilizando-se tecnologias limpas e, preferencialmente, de baixo custo. A disposição dos resíduos deve ser realizada observando-se critérios técnicos que possibilitem a sustentabilidade do meio ambiente.

Por parte dos gestores do sistema é imprescindível a revisão de certas práticas executadas que poderiam ser melhoradas, proporcionando mais economia.

No Brasil, dentre estas práticas, está a da coleta de resíduos sólidos domiciliares realizada no modo porta-a-porta dos residentes e, normalmente, com frequência de dois ou mais dias por semana. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada em 2000, (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2002) cerca de 70% dos distritos-sede com serviço de coleta residencial contam com o serviço realizado nesta frequência.

Nos países desenvolvidos prevalece a coleta de um dia por semana e a obrigatoriedade da disposição do lixo em locais comuns indicados pela municipalidade e adequados para posterior coleta. Este arranjo apresenta menor custo sendo apropriados para municípios pouco populosos, com a vantagem de requerer equipes de coleta menores.

A necessária mudança de paradigmas está estreitamente ligada ao sistema de gestão dos resíduos sólidos. O novo modelo de gestão requer visão integral do processo, incluindo aí a participação da população envolvida, suas opiniões, esclarecimento e atendimento da demanda por ela proporcionada.

Dentre as etapas que compõem o sistema de RSU, a coleta e transporte respondem por cerca de metade do custo envolvido. USEPA (1999, p. 5) afirma que, baseada em pesquisa realizada em seis localidades nos Estados Unidos da América pela Solid

Waste Association of North America (SWANA), a coleta e transporte representam de 39 a 62% do custo total do sistema, sendo o custo médio de 50% (Gráfico 1). Dados semelhantes têm sido divulgados também no Brasil onde se estima que os custos desta etapa cheguem a 70% do custo total do sistema (IPT; CEMPRE, 1999, p. 46).

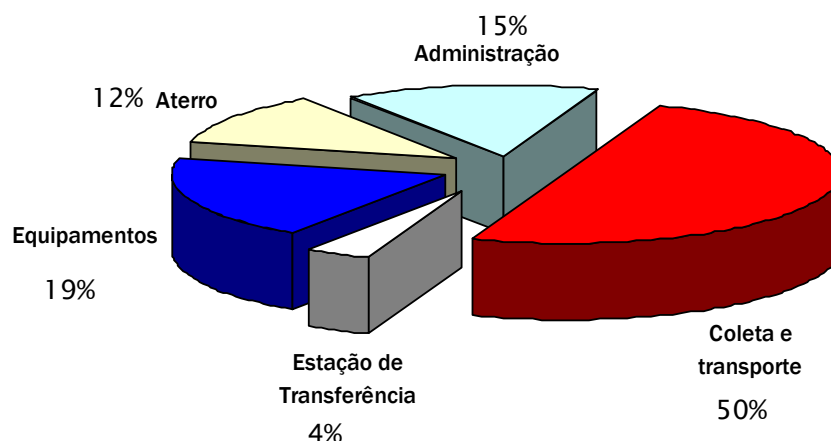


Gráfico 1. Custos do gerenciamento do sistema de RSU.

Fonte: USEPA, 1995

Programas de redução de custos do sistema de RSU têm sido realizados em diversos países com incentivos à redução na fonte, à diminuição na frequência da coleta, à otimização de roteiros, ao uso de equipamentos automatizados e à implementação da coleta separada de RSD orgânicos e de materiais recicláveis.

Pesquisa realizada em 1997 pelo Instituto de Estudos da Religião - ISER e outros parceiros, denominada *O que o brasileiro pensa sobre o meio ambiente, desenvolvimento e sustentabilidade*, demonstra que 72% dos entrevistados separariam o lixo para ser reciclado, como forma de ajudar na proteção ao meio ambiente e 94% apoiariam a obrigatoriedade da educação ambiental nas escolas, o que evidencia a necessidade de investimentos em educação ambiental no Brasil.

Necessário então que, para vencer os desafios que se impõem – além de uma política nacional de saneamento, da aplicação de modelos de gestão integrada dos RSU, de investimentos em educação ambiental, do dimensionamento correto do sistema e de capacitação técnica dos envolvidos – haja inovação nos modelos tradicionais, desde a geração dos RSU até sua destinação final.

II. Objetivos

Este trabalho estabelece como objetivos:

- a) comparar aspectos de custos entre a coleta porta-a-porta e a coleta em locais de entrega obrigatória, apontada na literatura como a de menor custo no sistema de resíduos sólidos domiciliares;
- b) conhecer a opinião de residentes sobre aspectos da coleta em locais de entrega alternativa em um setor da cidade de Bebedouro-SP, no qual é realizada;
- c) conhecer os hábitos destes residentes em relação à disposição dos RSD gerados em suas residências;
- d) Avaliar o grau de envolvimento dos residentes do setor mencionado com os serviços de coleta oferecido pela prefeitura municipal;
- e) Conhecer quais as características ideais do coletor secundário comunitário na opinião dos respondentes do setor pesquisado;
- f) Avaliar a disposição destes residentes em permitir que um coletor secundário comunitário fosse colocado em sua calçada;
- g) Conhecer a opinião dos residentes pesquisados sobre sua disposição em andar uma distância maior se recebesse alguma compensação financeira no pagamento dos tributos municipais;

III. Estrutura do trabalho

Para atingir os objetivos propostos, este trabalho foi estruturado em cinco capítulos:

O capítulo primeiro faz uma revisão bibliográfica sobre a coleta e transporte de RSD, visando dar a conhecer o estado-da-arte do assunto. Analisa os tipos de coleta encontrados na literatura e apresenta algumas experiências realizadas em cidades do mundo.

O capítulo segundo apresenta aspectos básicos da roteirização de coleta e transporte de RSD proposto pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, de maneira a conceituar os parâmetros de dimensionamento. Faz uma abordagem dos métodos de apropriação de custos da coleta e transporte dos RSD e apresenta uma comparação de custos entre a coleta convencional e a coleta em locais de entrega obrigatória, baseada no modelo proposto por Aguiar (1993).

O capítulo terceiro esclarece a metodologia da pesquisa de opinião realizada com os residentes de um setor de Bebedouro-SP, no qual a coleta é similar à proposta e apresenta os resultados da pesquisa.

O capítulo quarto apresenta os resultados e a discussão dos elementos obtidos nos capítulos anteriores.

O capítulo quinto apresenta as conclusões e recomendações de futuros estudos.

CAPÍTULO 1

1.1 Coleta e transporte de RSD

Os serviços de coleta e transporte dos RSU, principalmente dos RSD, são de grande visibilidade para a população. Tornam-se mais percebidos quando não são realizados e os resíduos deixam de ser recolhidos, avolumando-se nas calçadas, ruas e terrenos baldios.

No Brasil, a responsabilidade pela proteção ao meio-ambiente e pela oferta de saneamento básico a todos os cidadãos brasileiros está prevista na Constituição Federal, que deixa a cargo dos municípios legislarem sobre assuntos de interesse local e de organização de serviços públicos.

“Por isto, e por tradição, a gestão da limpeza urbana e dos resíduos sólidos gerados em seu território, inclusive os provenientes dos estabelecimentos de serviços de saúde, é de responsabilidade dos municípios.” (IBGE, 2002)

A PNSB 2000 revela que 88% dos órgãos responsáveis pela prestação de serviços de limpeza urbana nos municípios brasileiros são as próprias prefeituras. Afirma a pesquisa que a maior parte dos municípios brasileiros destina, no máximo, 5% do orçamento municipal para a execução destes serviços (IBGE, 2002, p. 49), conforme o gráfico 2.

No Brasil, para que a população participe da coleta de RSD de forma satisfatória é necessário que o poder público garanta a universalidade do serviço e a regularidade da coleta, em dias, locais e horários pré-estabelecidos (IPT; CEMPRE, 1999, p. 46).

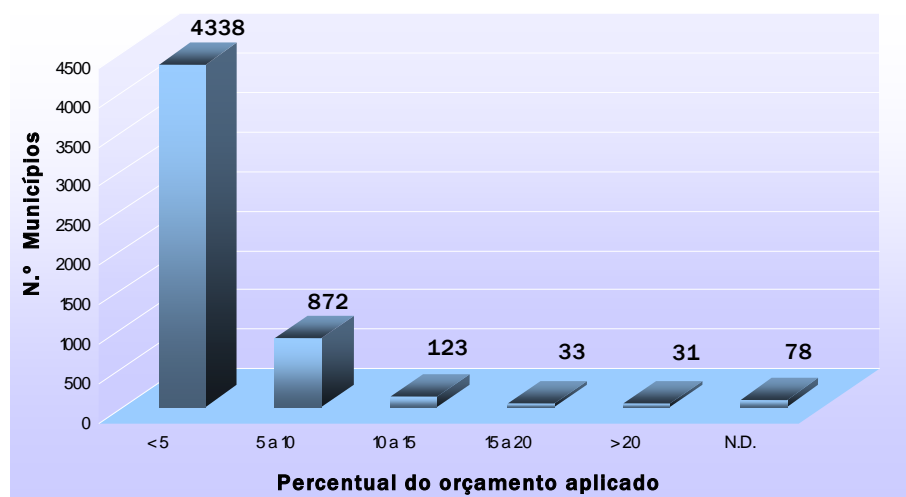


Gráfico 2 - Número de municípios x Percentual aplicado na Limpeza urbana e na coleta e transporte de RSU.

Fonte: Adaptado de IBGE, 2002.

IPT; CEMPRE (1999, p. 46) definem a coleta regular como a coleta de resíduos sólidos executada em intervalos determinados.

A NBR 12980 (ABNT, 1993) define a coleta domiciliar ou convencional como a coleta dos resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente.

No Brasil, a coleta regular domiciliar predominante é realizada através do sistema porta-a-porta, isto é, os resíduos são recolhidos nas calçadas das residências. Neste caso o acondicionamento dos RSD é de responsabilidade do gerador, devendo ser adequado a fim de evitarem-se acidentes, proliferação de insetos, ação de animais indesejáveis e perigosos à saúde pública, maus odores e outros inconvenientes (IPT; CEMPRE, 1999, p. 46).

Sem discutir a qualidade e a abrangência dos serviços prestados, a PNSB 2000 informa que apesar de um município poder apresentar diferentes freqüências de atendimento, a maioria (61%) dos distritos-sede com serviço de coleta de lixo residencial realiza coleta regular diária (IBGE, 2002, p. 58 e 59), conforme mostra o gráfico 3.

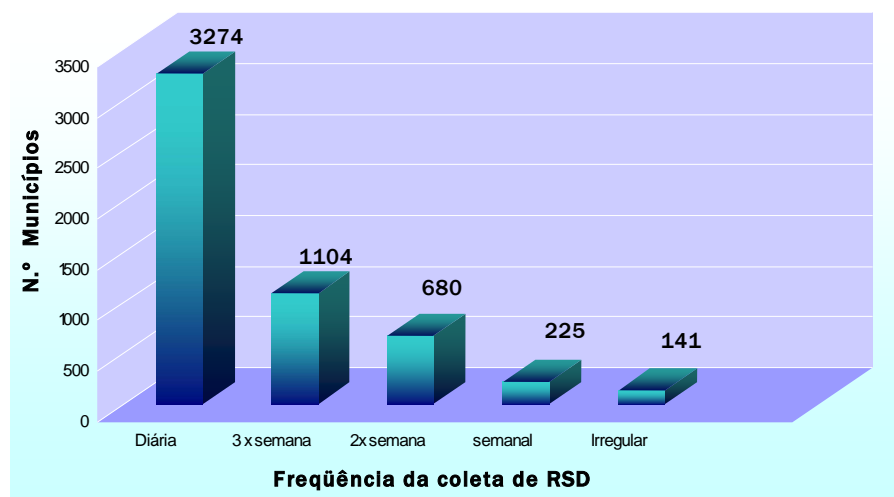


Gráfico 3 - Freqüência da coleta de RSD nos municípios brasileiros em 2000.

Fonte: Adaptado de IBGE, 2002.

Em outros países, como os EUA, por exemplo, a própria população pode contratar empresas privadas para a prestação destes serviços. De qualquer modo, os residentes participam dos serviços de coleta no momento em que retiram os RSD das residências, já acondicionados, e os colocam nos locais apropriados para serem recolhidos.

Na literatura brasileira, no tocante à coleta e transporte de RSD, parece estar implícita a adoção do tipo de coleta regular porta-a-porta, haja vista a ausência de considerações sobre o local de coleta dos RSD nas etapas sugeridas para o dimensionamento do sistema (IPT; CEMPRE 1999, p. 53-54).

Sendo a coleta e transporte de RSD etapa de grande importância, responsável por grande parte dos recursos diretamente envolvidos, não se pode admitir que sejam

considerados aprioristicamente do tipo porta-a-porta no dimensionamento dos sistemas de RSU.

A otimização dos procedimentos de coleta é essencial para uma maior eficiência do sistema e isto inclui desde escolhas e dimensionamentos corretos de equipamentos, equipes de trabalho e roteiros a serem percorridos, até possíveis alterações de algumas práticas comuns. Neste sentido, considera-se que a tradicional coleta “porta-a-porta” de RSD, feita na grande maioria das cidades brasileiras, constitui-se num verdadeiro “luxo”, já abandonado ou relativizado em outros países (TEIXEIRA, 2001, p. 82).

A otimização dos serviços de coleta e transporte dos RSD constitui-se desafio para os gestores destes serviços. Uma proposta de otimização que pode ser adotada, do mesmo modo que vem sendo utilizada na gestão de empresas, é o *benchmark*, ou seja, a adoção de modelos de gestão que apresentem resultados comprovadamente satisfatórios, ajustados à realidade do adotante.

Segundo a USEPA (1995, p. 4-1), as seguintes etapas devem ser observadas na implantação do sistema de RSD:

- a. Caracterização da área onde o serviço será prestado;
- b. Caracterização dos RSD e do volume a ser coletado;
- c. Caracterização do clima predominante;
- d. Determinação do tipo de empresa responsável pela prestação do serviço: pública, mista ou privada;
- e. Determinação do modo de cobrança aos usuários pela prestação dos serviços;
- f. Identificação dos procedimentos de embalagem dos RSD pelos residentes para serem dispostos para coleta;
- g. Avaliação dos tipos de coleta possíveis de serem utilizados;
- h. Definição do(s) tipo(s) de coleta a ser utilizado na área servida;

- i. Definição do tipo e quantidade de equipamentos a serem utilizados e dimensionamento da equipe de trabalho;
- j. Avaliação da necessidade de estação de transferência;
- k. Definição dos roteiros, horários e frequência de coleta;
- l. Implantação do sistema de RSD;
- m. Monitoramento do desempenho do sistema e ajustamentos necessários.

Dentre estes itens, e sob a óptica da coleta e transporte, merecem análise:

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de implantação do sistema de RSU deve ser extensamente estudada para o pleno conhecimento dos fatores intervenientes no sistema. Seja para um município ou um conjunto de bairros ou mesmo um bairro isolado, os seguintes itens devem ser bem conhecidos:

- a. Bacia hidrográfica que contém a área e sistema de drenagem superficial;
- b. Topografia do terreno e das vias;
- c. Tipo de pavimentação e estado de conservação das vias;
- d. Caracterização dos padrões de tráfego;
- e. Determinação do sentido do tráfego nas vias;
- f. Configurações das quadras;
- g. Existência de ruas sem saída;
- h. Localização da área de destinação final dos RS;

CARACTERIZAÇÃO DOS RSD E DO VOLUME A SER COLETADO

Caracterizar os RSD significa conhecer a sua composição física, densidade aparente, umidade, teor de matéria orgânica e poder calorífico, dentre outras propriedades. Para

o dimensionamento da etapa de coleta e transporte de RSD é muito importante conhecer-se a densidade aparente e a umidade dos resíduos.

Teixeira; Bidone (1999, p. 10) recomendam que, na caracterização, as amostras sejam estatisticamente representativas, devendo atentar-se para as questões geográficas e temporais, “uma vez que as quantidades e os constituintes dos RS variam de acordo com o dia, a semana ou o mês, condicionados por aspectos econômicos e culturais”.

CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA

Os RSD apresentam significativa presença de matéria orgânica de fácil decomposição denominada “putrescível”. Teixeira (2001, p. 81) e Korfmarcher (1997, p. 483), dentre outros autores, afirmam que quanto menor a renda e a atividade industrial maior a presença de resíduos orgânicos nos RSD.

De acordo com o clima, a matéria orgânica presente nos RSD pode ter sua decomposição acelerada, gerando gases que exalam mau cheiro e dificultando seu armazenamento nas residências. Quando isto ocorre é necessário adotar-se a coleta com frequência maior, de modo que não cause incômodos aos residentes.

EMPRESA PRESTADORA DOS SERVIÇOS

Conforme a Constituição Federal, em seu artigo 175, os municípios brasileiros podem realizar os serviços de coleta e transporte de RSD ou concessioná-los, permanecendo a responsabilidade municipal em qualquer dos dois casos.

Para a concessão dos serviços a empresas de economia mista ou particulares, o município deve fazê-lo através das balizas da Lei 8987 de 13 de fevereiro de 1995 e, conforme o artigo constitucional acima citado, criar sua própria lei municipal para que

um dos princípios básicos da administração, o da legalidade, seja satisfeito (MEIRELLES, 2002, P. 252)

Amparado por lei municipal, a administração pública deverá licitar a concessão, observando desta vez os princípios contidos na conhecida Lei das Licitações de número 8666 de 21 de junho de 1993 que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências (BRASIL, 1993).

Em 2000, dos municípios brasileiros que ofereciam os serviços de limpeza urbana, coleta e transporte de RSD (5475), apenas 604 contratavam empresas privadas para realizarem os serviços. O número de empresas contratadas pelos municípios era de 752 (IBGE, 2002, Tabela 98).

COBRANÇA PELOS SERVIÇOS PRESTADOS

Revela a PNSB 2000 que dos municípios brasileiros que oferecem os serviços de limpeza urbana, coleta e transporte de RSU, somente 54% cobram pela prestação dos serviços. Ou seja, cerca de 2500 municípios brasileiros não cobram pelo serviço.

Dos municípios que cobram pelo serviço, cerca de 90% o fazem através de taxa lançada junto ao Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), conforme mostra o gráfico 3. Pode-se inferir que, com base nos dados da PNSB 2000, mesmo nos municípios que cobram pelo serviço de coleta dos RSD a maioria da população desconhece que paga pelos serviços que recebe.

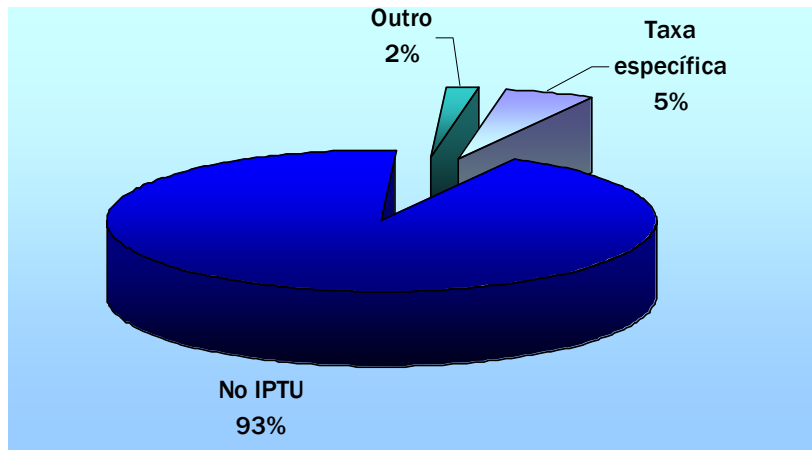


Gráfico 4 – Forma de cobrança dos municípios brasileiros pelo serviço de limpeza urbana e coleta e transporte de RSU no Brasil em 2000

Fonte: Adaptado de IBGE, 2002

AVALIAÇÃO E DEFINIÇÃO DOS TIPOS DE COLETA

A avaliação dos tipos de coleta apropriados ao sistema se faz baseada nas informações precedentes. Deve-se definir por aquele(s) que apresentar(em) melhor relação custo-benefício e que atendam às necessidades dos residentes.

Dentre os fatores que contribuem para a definição do tipo de coleta a ser implantada em determinado núcleo urbano e dos itinerários a serem estabelecidos para a coleta dos RSD também estão: o local onde os recipientes contêineres deverão ser colocados para coleta, que tipos de recipientes deverão ser usados e o modo como serão coletados.

EQUIPAMENTOS

Os equipamentos a serem utilizados na coleta e transporte de RSD são definidos em função da quantidade a ser coletada, do modo como o resíduo é embalado para

coleta, do tipo de coleta a ser implantada, das condições de acesso ao ponto de coleta e da disponibilidade financeira do sistema.

Basicamente existem dois tipos de carrocerias montadas sobre chassi de veículos que são utilizados na coleta e transporte de RSD: com ou sem compactador.

As carrocerias sem compactador podem ser abertas ou fechadas, com a possibilidade de descarga mediante báscula. Nesta categoria podem também ser incluídos os caminhões poliguindaste para transporte de caçambas intercambiáveis e aqueles dotados de guindaste, que normalmente possuem carrocerias fixas. A altura da borda superior destas carrocerias deve ser menor que 1,80 m para facilitar o carregamento manual.



Figura 1. Caminhões basculante, guindaste e poliguindaste.

Fonte: <http://www.pjf.mg.gov.br/governo/secretarias/demlurb/coleta_normal.php>;
<www.tratortec.com.br/imagens/polimerc.jpg>; <www.riter.com.br/images/munck4.gif>

As carrocerias com compactador são fechadas, dotadas de dispositivos hidráulicos e mecânicos que possibilitam a distribuição e compressão dos resíduos no interior da carroceria. Os veículos com estas carrocerias são denominados pela norma NBR 12980 como Coletores Compactadores (ABNT, 1993). Estes veículos podem ser dotados de mecanismos de carregamento de contêineres estacionários e é comum realizarem a descarga sem nenhum contato manual com a carga.

No Brasil, segundo a PNSB 2000, também são utilizados cerca de 50.000 carrinhos de mão tipo Lutocar na limpeza urbana e coleta e transporte de RSU. Além dos carrinhos

são usados veículos dotados de carrocerias abertas e fechadas, de tração mecânica ou animal, em diferentes arranjos (IBGE, 2002). O gráfico 4 mostra a frequência do uso destes equipamentos em todo o país.



Figura 2. Carrinho do tipo Lutocar

Fonte: <<http://www.plafi.com.br/compras.php?codigo=9697&subcod=a&produto=2>>

Os equipamentos ajudam a decidir sobre a equipe de trabalho. Quanto mais automatizados, via de regra, menor o tamanho da tripulação dos equipamentos.

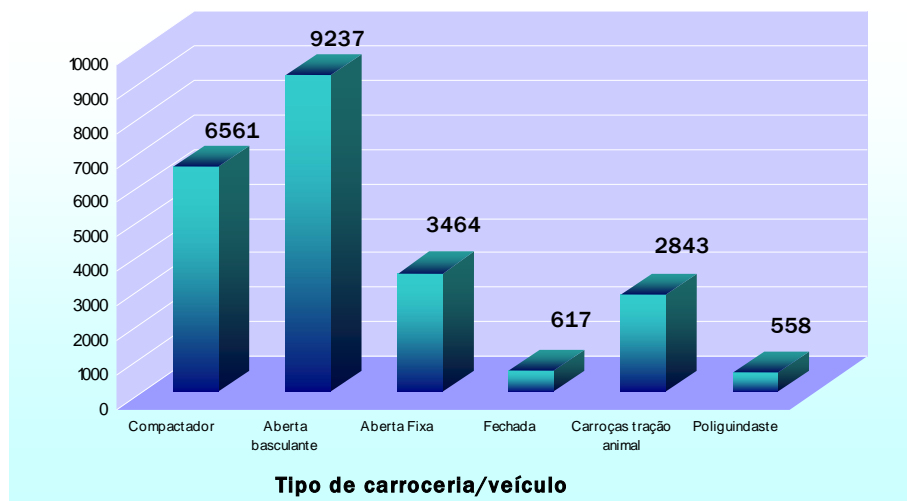


Gráfico 5 - Frequência do uso de equipamentos na limpeza pública, coleta e transporte de RSU no Brasil em 2000

Fonte: Adaptado de IBGE 2002

Atualmente no mercado de equipamentos existem veículos Coletores Compactadores dotados de computador de bordo, sistema de posicionamento global, carga e descarga sem contato manual e outros mecanismos de inovação tecnológica.

ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

A tendência da disposição dos RS aponta para a construção de aterros sanitários ou controlados maiores, mais distantes dos centros populacionais e mesmo de forma consorciada entre municípios.

Outros elementos influenciam fortemente esta tendência, tais como a legislação cada vez mais restritiva, as forças sociais que compelem a disposição dos resíduos a se adequar a novos parâmetros de projeto, operação e monitoramento, de modo a manter o meio ambiente saudável e o custo de aquisição elevado de áreas próximas ao entorno urbano.

Na medida em que se esgota a capacidade dos aterros próximos das áreas urbanas e as administrações municipais são obrigadas a encerrar suas atividades, novas áreas devem ser localizadas para servirem à disposição dos RS. Para que a construção do aterro seja viável é necessário que, dentre outros fatores, o custo da área seja baixo, e que sua distância do centro geométrico da área geradora de RS seja pequena.

Ocorre que associar estes dois fatores nem sempre é possível, pois são inversamente proporcionais: quanto mais próxima dos centros urbanos, maior o custo da área. Grandes distâncias redundam em grandes despesas com transporte dos RS devido à pequena quantidade de carga transportada por viagem.

Para solucionar o problema pode-se optar pela construção de estação de transferência, instalação que possibilita a passagem das pequenas cargas dos veículos

coletores para outros veículos de capacidade maior que completam a viagem em direção ao aterro, possibilitando assim a redução de custos com transporte.

USEPA (1995, 4-16) estima que, em função dos custos observados no sistema de RSU, para aterros situados entre 16 e 24 quilômetros do centro geométrico de coleta seja necessária a construção de estação de transferência, enquanto IPT:CEMPRE (1999, p. 63) indicam sua necessidade a partir de 6 quilômetros para caminhões convencionais sem compactação e entre 12 e 25 quilômetros para caminhões compactadores.

ROTEIROS

A roteirização de veículos pode ser descrita como o estabelecimento de um conjunto de rotas para uma frota de veículos de maneira a coletar todos os trechos definidos da rede de maneira eficaz e eficiente.

A eficácia se relaciona com aspectos como universalidade do serviço e frequência satisfatória (MILANEZ; BALDOCHI, 2001, p. 50). Por sua vez a eficiência se verifica mediante a minimização de percursos improdutivos e do aproveitamento máximo da capacidade de trabalho da equipe e dos equipamentos utilizados.

Segundo Graciolli (1994, f. 22) três abordagens básicas são aplicadas na roteirização de veículos:

- a) Modelo de cobertura de arestas/arcs, cujo problema é a determinação de rota de comprimento mínimo que percorra todos os pontos de coleta pelo menos uma vez, conhecido como problema do carteiro chinês – PCC;
- b) Modelo de cobertura de vértices, que auxiliam na determinação de rota de comprimento mínimo que percorra todos os seus vértices pelo menos uma vez;

- c) Técnicas de achar o caminho mínimo entre um vértice de origem e um vértice de destino (O-D).

A roteirização da coleta de RSD tem sido estudada por muitos autores e as pesquisas são realizadas em dois campos: o determinístico e o heurístico. Pode-se considerar ainda um terceiro campo denominado determinístico-heurístico que se utiliza dos conceitos de ambos os modelos.

Os estudos determinísticos buscam resolver o problema de roteamento através de modelos matemáticos, pretendendo uma solução ótima para o caso. O desenvolvimento destes estudos ainda está em curso e os modelos são de difícil concepção em função do grande número de variáveis a se considerar e a dinâmica destas variáveis ao longo das rotas

Não há até o momento um modelo que tenha sido desenvolvido completamente, considerando todos os fatores pertinentes ao roteamento. Segundo Palomino (2000) as razões para isto são: 1) a dificuldade em quantificar todas as variáveis que afetam o roteamento, 2) o alto custo e o grande dispêndio de tempo para investigar todas as soluções possíveis e 3) a subjetividade da rota, na qual intervêm as variáveis dinâmicas, provocando a mudança da chamada solução ótima.

Bhat (1996. p. 91), concordando com Palomino, afirma que vários modelos matemáticos foram desenvolvidos com vistas ao sistema de RSU – para a coleta e transporte, para a determinação da necessidade de estações de transferência e de aterros sanitários – produzindo bons resultados mas sem atingir a solução ótima.

A aproximação determinístico-heurística busca resolver o problema do roteamento usando ferramentas computacionais para examinar alternativas possíveis, determinadas heurísticamente, e selecionar a melhor alternativa baseada em

algoritmos heurísticos. É possível obter-se soluções adequadas utilizando-se de aproximações heurísticas sucessivas, procedimento denominado de refinamento.

As técnicas de refinamento melhoram soluções viáveis através de um mecanismo de busca sistemática produzindo uma solução final dependente da solução inicial. Um exemplo desta técnica é denominado *Simulated Annealing*. (REIS; KADO, 1997, p. 27). Vários programas para computadores vêm sendo desenvolvidos aplicando variadas técnicas.

Gracioli (1994, f. 33) apresenta outros três métodos heurísticos aplicáveis na roteirização da coleta e transporte de RSD:

- a) Técnica da varredura, que consiste em girar em dado sentido uma semi-reta com origem no depósito/garagem, agrupando-se os vértices do roteiro até o limite das restrições impostas (capacidade de carga ou tempo de viagem);
- b) Método de economia de Clarke-Wright, que calcula as economias de distancias que resultam da inserção de um novo ponto de coleta entre a garagem e os outros pontos do roteiro.
- c) Técnica da partição múltipla da rota gigante, que consiste em se determinar inicialmente uma rota que visite todos os pontos de coleta. Em seguida, esta rota é dividida em sub-rotas compostas dos segmentos contíguos da rota original, tendo cada uma de suas extremidades ligada a garagem. Cada uma dessas sub-rotas satisfaz as restrições do problema.

Salienta o mesmo autor que “não existe um método ou tipo de método que seja o melhor dentro dessa classe de problemas. É preciso que, a cada caso, se verifique qual o método mais conveniente”.

Informa ainda que alguns procedimentos heurísticos conseguem encontrar soluções para os problemas de roteirização com diferenças menores que 1% entre estas e a solução ótima.

Saltorato (1998, f. 53) afirma que a mudança mais expressiva nos sistemas de roteamento adveio com o uso do computador, que permitiu o largo uso de algoritmos, sistemas de posicionamento global e outras ferramentas matemáticas – a simulação, por exemplo. Ao analisar os três *softwares* mais comercializados no país observa que as empresas que os utilizam conseguiram melhorar a eficiência em cerca de 30%.

Ressalta, ainda, que há casos de sucesso e fracasso com o uso dos programas e que os preços de implantação e treinamento de pessoal dos programas comercializados no Brasil variam de 10.000 a 130.000 dólares americanos.

USEPA (1999a, p. 22) informa que municípios dos EUA que realizaram a otimização de roteiros de coleta de RSD, como Norman – OK e Hempstead – NY, conseguiram reduzir o percurso de coleta em 23% e 16%, respectivamente.

As técnicas determinísticas e determinístico-heurísticas são recomendáveis para municípios de médio e grande porte onde a complexidade do sistema de RSD pode ser mais bem analisada à luz dos parâmetros matemáticos que compõem tais técnicas.

A aproximação heurística procura resolver o problema do roteamento através de procedimentos aceitáveis sem examinar muitas alternativas. Novaes (apud SALTORATO, 1998) enfatiza que “a otimização não é um processo de busca pelo melhor absoluto, mas sim, a procura sistemática do melhor prático”.

Sob o aspecto da praticidade a aproximação heurística é a que melhor se aplica aos municípios de pequeno porte, em função da capacidade financeira e de pessoal destes

municípios, podendo ser realizada manualmente ou com o auxílio de programas para computador.

No Brasil, 73% dos municípios possuem menos de 20.000 habitantes, o que se constitui num amplo campo de aplicação dos procedimentos heurísticos na otimização de roteiros de coleta.

USEPA (1995, p. 4–31) desenvolveu um conjunto de normas simples a ser seguido na aplicação da heurística na roteirização de coleta e transporte de RSD. Recomenda que:

1. As rotas de coleta não devem ser fragmentadas ou superpostas. Cada rota deve ser compacta, consistindo de trechos de ruas agrupados em uma mesma área geográfica.
2. O total coletado e o tempo gasto no percurso devem ser razoavelmente constantes para cada rota em uma comunidade servida;
3. O percurso deve iniciar o mais próximo possível da saída dos veículos, levando-se em conta as ruas e períodos de tráfego intenso e de mão única;
4. Ruas de tráfego intenso não devem ser atendidas durante os períodos de pico;
5. Em ruas de mão única o serviço deve ser iniciado na parte mais elevada da rua, e vir descendo até a conversão;
6. A coleta em ruas sem saída pode ser considerada como efetuada no segmento da rua que interceptam, uma vez que somente são atendidas quando se trafega inicialmente neste segmento de rua. Para evitar conversões à esquerda ou reduzi-las, a coleta em ruas sem saída se dá quando estas estiverem à direita do veículo. A coleta se faz descendo a rua, dando ré, ou fazendo a conversão ao final;
7. Em ladeiras, a coleta deve ser feita, quando possível, em descida e nos dois lados da rua. Isto facilita a segurança, o conforto e a velocidade da coleta, além de diminuir o desgaste dos veículos utilizados;

8. Locais mais elevados devem situar-se no início do trajeto;
9. Para coleta em um lado da rua de cada vez é melhor especificar conversões em torno da quadra no sentido horário, para minimizar conversões à esquerda, que geralmente são mais difíceis e consomem mais tempo;
10. A coleta feita em ambos os lados da rua de uma vez só é melhor seguindo caminhos diretos, longos, antes de retornar no sentido horário;
11. Para certas configurações de quadra a ser atendida, padrões específicos de roteiros devem ser aplicados.

Parece estar implícita nos itens 6, 9 e 10 das recomendações da USEPA a idéia da utilização de veículos coletores dotados de mecanismo de carregamento lateral situado no lado oposto ao do assento do motorista, o que justificaria as recomendações.

HORÁRIOS

A coleta e transporte de RSD pode ser realizada durante o dia ou à noite. Em pequenos municípios é comum a coleta ser realizada durante o dia. Em municípios de médio e grande porte a coleta costuma ser realizada em períodos noturno e diurno.

A coleta em horário noturno apresenta vantagens e desvantagens, apresentadas no quadro 1.

Vantagens	Desvantagens
Causa menor interferência em áreas de circulação mais intensa de veículos e pedestres.	Pode causar incômodos à população pelos ruídos produzidos na compactação dos RSD pelo veículo coletor compactador ou pelo manuseio de recipientes metálicos.
Permite maior produtividade dos veículos e da coleta pela maior velocidade média em decorrência da menor interferência do tráfego em geral.	Aumenta o risco de acidentes com os veículos e com a equipe nos trajetos em ruas não pavimentadas, esburacadas ou mal iluminadas.
Permite a diminuição da frota de veículos coletores em função do melhor aproveitamento dos veículos disponíveis, proporcionada pelos dois turnos.	Aumenta os custos da etapa pelos encargos sociais e trabalhistas adicionais incidentes na folha de pessoal.
	Aumenta o desgaste dos veículos usados também em outros turnos e diminui a disponibilidade dos veículos para manutenção.

Quadro 1. Vantagens e desvantagens da coleta noturna de RSD.

Fonte: Adaptado de IPT: CEMPRE, 1995

IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO

Após implantação do sistema, é necessário que seja monitorado para se corrigir eventuais problemas ou falhas observadas.

USEPA (1999, p. 4–37) recomenda que as equipes de coleta forneçam relatórios diários do desempenho do sistema, através das seguintes informações prestadas ao corpo administrativo:

- Quantidade total de RSD transportada;
- Distância total percorrida e tempo de deslocamento até o aterro e tempo gasto na descarga;
- Tempo de espera no aterro;
- Número de viagens transportadas;
- Problemas com o veículo ou com a equipe que necessitam de atenção, entre outros.

As informações coletadas podem auxiliar os gestores a identificar mudanças na geração dos RSD, avaliar o desempenho das equipes e dos veículos e promover modificações no sistema de maneira a se atingir os objetivos projetados.

1.2 Tipos de Coleta

Os serviços de coleta de RSD variam conforme o tipo de resíduo coletado, as características do sistema municipal de RSD (terceirizados ou não), dos equipamentos de coleta, das características topográficas da localidade onde se efetua a coleta, da adoção de programas de reciclagem, dentre outros fatores.

Tin et al (1995, p. 106), citando Flintoff, afirmam que o autor em sua obra *Management of Solid Waste in Developing Countries*, publicada em 1984, discute quatro tipos básicos de coleta dos RSD, quando, na verdade, somente três tipos são apresentados porque um tipo citado é somente uma variação de outro: a coleta em locais comunitários de deposição, a coleta por quadra e dois modos de coleta porta-a-porta.

COLETA PORTA-A-PORTA (*CURB-SIDE COLLECTION*)

No Brasil, segundo a PNSB 2000 (IBGE, 2002) prevalece este tipo de coleta regular, com frequência variada conforme a necessidade local. É também chamada de coleta convencional (GRACIOLLI, 1994, p. 3). Nesta modalidade os residentes colocam os RSD, previamente embalados, em recipientes secundários para serem coletados pelo prestador de serviço.

Os recipientes secundários particulares são conhecidos como lixeiras e normalmente são fixados na calçada pública. Variam de formato, volume, altura do cesto e material

de fabricação. São colocadas, via de regra, próximas à divisa das testadas dos lotes, evidenciando a preocupação dos residentes de afastar os RSD para o mais longe possível da fonte geradora.

Assim como nos EUA, municípios brasileiros ainda permitem a utilização de recipientes rígidos na disposição dos RSD para coleta. Neste caso os coletores esvaziam os recipientes deixados nas calçadas dentro do veículo coletor e os retornam para serem reutilizados pelos residentes.

A coleta regular no sistema porta-a-porta também pode ser feita para materiais separados na fonte geradora. Países desenvolvidos da Europa, assim como Japão e Estados Unidos da América progressivamente tornam obrigatória a separação de recicláveis na fonte geradora e sua disposição em locais apropriados.

Os programas de reciclagem requerem algum tipo de separação dos RSD que podem ser separados na origem pelos residentes, isto é, no momento em que são colocados nos recipientes primários para serem levados à coleta ou posteriormente em unidades de triagem por participantes dos programas. A coleta dos RSD separados previamente deve ser feita de modo a não misturar novamente os RSD.

Castilhos Júnior; Machado (1997, p. 40) relatam coleta seletiva e regular realizada porta-a-porta, no bairro Balneário em Florianópolis-SC, utilizando-se caminhão da marca Ford modelo F-11000 de carroceria aberta.

Estes autores informam que os materiais coletados para reciclagem foram: papel, papelão, vidro, plástico fino, plástico grosso, alumínio e metais, ocorrendo rejeito de alguns resíduos; não informam, porém, de que modo a população foi solicitada a segregar os RSD para coleta.

Fehr; Calçado (2000, p. 24), descrevendo experiência de coleta em Uberlândia-MG afirmam ser ineficaz a coleta seletiva na fonte porque atinge somente parcela insignificante dos resíduos domiciliares e possui elevado custo em termos de infraestrutura e esforços educacionais da população envolvida.

Preconizam aquilo que chamam de coleta diferenciada, ou seja, a coleta com a separação dos RSD úmidos e dos RSD secos ou, em termos biológicos, do material putrescível e do material inerte. Para isto, é exigido em cada residência o uso de dois recipientes: um para cada tipo de RSD.

Afirmam que a coleta e o transporte devem ser feitos em dias separados para os dois tipos de RSD. A coleta dos RSD úmidos no sistema porta-a-porta com frequência diária, evitando-se o acúmulo e degradação do lixo orgânico, e a coleta dos RSD secos em dias alternados ou previamente agendados.

USEPA (1995, p. 4-11) também denomina este tipo de coleta de *wet/dry collection* e afirma que a cidade de *Phoenix*, no estado do Arizona - EUA, foi a primeira grande cidade daquele país a utilizar-se deste tipo específico de coleta.

USEPA (1995, p. 4-12) relata duas variações da coleta porta-a-porta denominadas *backyard carry collection* e *backyard set out - set back collection*, ainda em uso em determinadas cidades.

Na primeira, uma equipe adentra a propriedade para coletar os RSD. Os contêineres são transportados até o veículo coletor que acompanha a equipe, esvaziados e retornados ao seu local de origem. De outras vezes os RSD são transferidos para um outro recipiente móvel (um carrinho manual tipo Lutocar ou carreta tracionada) e posteriormente ao veículo coletor, utilizando-se uma só equipe para realizar o serviço.

Na segunda, variação da primeira, uma equipe especial de coletores adentra os terrenos das residências e recolhe os contêineres de RSD ali situados colocando-os nas calçadas para serem coletados por outra equipe. Uma vez esvaziados, esta equipe especial retorna os contêineres ao seu local de origem. Neste caso duas equipes são utilizadas na coleta.

USEPA (1995, 4-12) admite que este modelo de coleta apresenta as seguintes vantagens:

- a. Os dias de coleta não precisam ser previamente definidos;
- b. Os recipientes não são usualmente visíveis nas ruas.

Como desvantagem, relata os seguintes elementos:

- a. Maior tempo gasto na coleta;
- b. Necessidade de maior número de coletores em cada equipe;
- c. Maior custo de execução dos serviços;
- d. Menos envolvimento dos residentes na coleta.
- e. Reclamações dos residentes e ferimentos nos funcionários causados por cães em função da entrada dos coletores no interior dos terrenos das residências ocorrem.

Como argumenta Teixeira (2001, p. 82), estes modelos constituem-se num verdadeiro “luxo”, já abandonados ou relativizados em outros países.

COLETA POR QUADRA (*BLOCK COLLECTION*)

Korfmacher (1997, p. 480) descreve um tipo de coleta utilizado em países em desenvolvimento, especificamente em Alladjan na Costa do Marfim, denominada coleta por quadra ou quarteirão.

Nesta coleta um veículo coletor percorre uma rota previamente estabelecida, parando em determinados pontos para recolher os RSD que os residentes levam até o veículo. Segundo a autora, apesar de ser menos conveniente para os residentes, este tipo de coleta apresenta como vantagem o fato de eliminar o uso de recipientes secundários e ser de reduzido custo.

Thanh e Muttamara (1978, apud TIN et al, 1995, p. 106) afirmam que este tipo de coleta realizado em intervalos de dois dias apresenta-se como de menor custo e evita os inconvenientes do armazenamento dos RSD em locais comunitários, diminuindo também a poluição visual das ruas e avenidas quando da realização da coleta porta-a-porta.

COLETA EM PONTOS ESPECÍFICOS

Neste tipo de coleta os residentes transportam os RSD até um determinado ponto, que pode ser uma lixeira comunitária, um contêiner, uma caçamba ou até mesmo uma estação de transferência. Periodicamente os recipientes são esvaziados ou substituídos por outros vazios.

A coleta por sucção pneumática, existente principalmente na Europa, ocorre em pontos específicos ligados a uma tubulação que transporta os RSD até pontos de seleção e carregamento para transporte até o local de disposição final.

Segundo USEPA (1995, p. 4-12) a coleta em pontos específicos é o tipo mais econômico de coleta sendo mais adequado às comunidades de baixa densidade populacional. É a que envolve a menor quantidade de coletores na tripulação dos equipamentos de coleta.

Thanh; Muttamara (1978, apud TIN et al, 1995, p. 106) ao discutir vários tipos de coleta de RSD corroboram a opinião da USEPA afirmando que provavelmente este tipo seja o de menor custo.

As desvantagens deste tipo de coleta são relatadas como uma maior inconveniência para os residentes que precisam deslocar-se de suas casas até o ponto de colocação dos RSD, maior risco de ferimentos dos residentes durante o transporte dos RSD.

Deve ser considerada também neste tipo de coleta a possibilidade de disposição dos RSD de forma inadequada em terrenos baldios ou mesmo próximo ao local em que os RSD devem ser depositados.

1.3 Coletas pelo mundo

Ao se escolher aleatoriamente algumas cidades de outros países para conhecimento de como é realizada a coleta e transporte de RS, optou-se por estudar somente a parcela dos serviços relativa aos RSD.

Não se pretende avaliar, neste caso, se o tipo de coleta escolhido está adequado ou não à comunidade, mas observar experiências diversas, práticas que compõem os mais variados sistemas de RS adotados mundo afora.

NAGOYA, JAPÃO¹

Na cidade de Nagoya a coleta de RSD se faz estritamente através da coleta seletiva. Os residentes adquirem os sacos plásticos de lixo apropriados a cada tipo de rejeito:

¹ Disponível em <<http://www.nic.nagoya.or.jp>>, acesso em 17/09/2004.

combustíveis, incombustíveis e recicláveis. Supermercados, lojas de conveniência e outros estabelecimentos comerciais escolhidos pelo governo local vendem os sacos plásticos.

Amplamente e contínuo programa de informação aos residentes estrangeiros sobre a separação na fonte dos RSD é realizado pelo governo local. Panfletos sobre como separar e dispor o lixo são disponíveis no Centro Internacional de Nagoya em 5 idiomas: inglês, espanhol, português, mandarim e coreano.

O tipo de coleta é previamente definido para cada bairro da cidade e depende do tipo de resíduo. São realizadas a coleta porta-a-porta e a coleta em locais previamente determinados, modalidade em que o residente leva os RSD para serem depositados em caixas de coleta instaladas em supermercados e lojas de conveniência ou em pontos nas ruas da cidade.

Os dias e horários de coleta são variados para cada bairro. O bairro denominado Naka, por exemplo, orienta seus residentes a colocarem os sacos para coleta a partir das sete horas da manhã. O período de coleta em supermercados e lojas de conveniência obedece ao horário de funcionamento destes estabelecimentos.

O serviço público não recolhe aparelhos de ar condicionado, televisores, refrigeradores ou máquinas de lavar. Estes itens devem ser levados pelo residente para serem reciclados em locais específicos, informados pelo governo local, conforme estabelecido em lei.

Os RSV, assim considerados pelo governo local aqueles com medidas maiores que 30x30x30 cm, são coletados uma vez por mês sendo que o residente deve solicitar a coleta por telefone. O administrador do sistema designa então um local próximo à residência do solicitante onde os resíduos deverão ser colocados. É cobrada uma taxa

de coleta que varia de 250 a 500 ienes (cerca de R\$ 5,00 a R\$10,00 conforme a cotação do iene em agosto de 2005)².

Classificação	Exemplos	Tipo/Freqüência de coleta	Observações
Combustíveis	Lixo, folhas, gravetos, grama e similares roupas, papéis, guardanapos de papel, etc.	Duas vezes por semana. Cada residente coloca os resíduos em sacos plásticos específicos e os leva para serem recolhidos	
Incombustíveis	Resíduos menores que 30x30x30 cm. Plásticos, vidros, produtos de borracha, cerâmicas, pequenos produtos de metal, embalagens de spray, garrafas, baterias, etc	Uma vez por semana. Cada residente coloca os resíduos em sacos plásticos específicos e os leva para serem recolhidos	Dispor separadamente as embalagens de spray. Baterias devem ser levadas diretamente aos postos de recolhimento nas lojas, escolas e escritórios regionais do serviço de coleta.

Quadro 2 – Informações sobre coleta dos RSD em Nagoya – Japão

Fonte: <http://www.nic.nagoya.or.jp//english/fstep_e/fstepfre_e.htm>, acesso em 17/09/2004

A disposição dos RSD recicláveis obedece a rígido controle do governo local e os residentes recebem claras instruções de como proceder na embalagem de cada item para dispô-los à coleta. Como exemplo, as embalagens PET somente serão recolhidas depois de destampadas, enxaguadas com água e amassadas para terem seus volumes reduzidos. A coleta de embalagens PET é feita somente uma vez por semana em locais previamente determinados e em sacos plásticos apropriados.

KYOTO, JAPÃO³

A população de Kyoto conta com diferentes tipos de coletas realizadas pelo governo local: a coleta porta-a-porta de RSD combustíveis ou não, a coleta seletiva em pontos de entrega voluntária e a coleta de RSV.

² Folha de São Paulo, edição de 31 de agosto de 2005.

Os RSD devem ser separados da seguinte maneira:

- a. Resíduos de cozinha combustíveis: papel, papelão, e outros;
- b. Resíduos de cozinha incombustíveis: latas de material ferroso, garrafas, e outros;
- c. Eletro-eletrônicos e objetos de grandes dimensões: geladeiras, fornos, bicicletas, sofás e outros;
- d. Baterias e pilhas químicas
- e. Alumínio reciclável

Existe ainda serviço oferecido pelo setor privado que negocia com os moradores papel reciclável de jornais e revistas, oferecendo em troca papel higiênico.

O serviço de coleta varia de acordo com a região da cidade e os moradores recebem instruções sobre os locais onde devem entregar os materiais recicláveis, os dias de coleta dos RSV. Visitantes e novos moradores são orientados pelo governo local a perguntarem aos seus vizinhos sobre os horários, dias e locais em que ocorre a coleta dos RSD e a obedecer estritamente o calendário estabelecido.

AUSTIN, EUA⁴

A cidade de Austin, no Estado do Texas-EUA, realiza coleta porta-a-porta para os resíduos recicláveis, RSD e RSV, sendo utilizados mecanismos automáticos e manuais em sua realização. No mês de agosto de 2005, em cerca de 70 % das residências da cidade a coleta era automatizada, realizada por caminhões dotados de mecanismo de carregamento lateral. No restante, a coleta era manual.

³ Disponível em <<http://www.city.kyoto.jp/koho/eng/>>, acessado em 20/09/2004.

⁴ Disponível em <<http://www.ci.austin.tx.us>>, acesso em 31/08/2005



Figura 3 – Coletas automatizada e manual em Austin, EUA.

Fonte: <<http://www.ci.austin.tx.us/sws/garbageimage.htm>>, acesso em 31/08/2005

Para um melhor desempenho deste tipo de equipamento recomenda-se que os contêineres estejam localizados na rua, próximo à guia, no nível da sarjeta, conforme figura 4.

Para participar da coleta automatizada os residentes obrigam-se a adquirir contêineres plásticos (PEAD) que variam de 108 a 324 litros de volume. A cor do contêiner indica o tipo de material nele disposto para coleta, reciclável ou não.

Os contêineres devem ser dispostos de maneira que fiquem distantes no mínimo 1,50 metro de qualquer obstáculo que impeça a ação do braço mecânico do veículo de carga automática. Recomenda-se que os RSD sejam previamente embalados para serem colocados nos contêineres, que deverão permanecer tampados, de modo a evitar-se o espalhamento de lixo nas ruas.



Figura 4 – Separação entre contêineres para coleta em Austin, EUA.

Fonte: <<http://www.ci.austin.tx.us/sws/garbageimage.htm>> , acesso em 31/08/2005

A cidade realiza também a coleta seletiva porta-a-porta, estabelecendo um calendário anual que é divulgado somente aos residentes de modo a evitar ação de catadores. É recomendado aos residentes que coloquem os recicláveis afastados pelo menos 1,50 metro do contêiner de não recicláveis conforme mostra a figura 5.



Figura 5 – Recipientes secundários utilizados em Austin, EUA.

Fonte: <<http://www.ci.austin.tx.us/sws/bins.htm>> , acesso em 31/08/2005

O Serviço de Resíduos Sólidos solicita este afastamento alegando dificuldades da equipe de coleta em visualizar os recipientes se estiverem muito próximos, podendo deixar de ocorrer a coleta de algum deles.



Figura 6 – Afastamento entre recipientes em Austin, EUA

Fonte: < http://www.ci.austin.tx.us/sws/disposal_a.htm#11>, acesso em 31/08/2005.

A coleta de RSV é realizada em dias específicos e com equipamentos automáticos. Seu calendário também é divulgado à população que é solicitada a obedecer rigorosamente o horário da coleta.



Figura 7 – Coleta de RSV em Austin, EUA

Fonte: < <http://www.ci.austin.tx.us/sws/garbageespecial.htm>>, acesso em 31/08/2005.

A população é solicitada a colocar os RSD na rua a partir das seis horas e trinta minutos, devendo retirar os contêineres plásticos vazios da rua até as dezessete horas, no máximo.

O serviço de coleta e transporte dos RSD é cobrado dos residentes através de uma taxa mensal que varia de acordo com o volume do contêiner disposto para coleta. Os resíduos excedentes ao contêiner devem ser dispostos para coleta previamente

embalados e colocados em sacos de papel apropriados, sendo cobrada uma taxa extra pelo seu recolhimento.



Figura 8 – Folheto informativo da coleta de RSV em Austin, EUA

Fonte: <<http://www.ci.austin.tx.us/sws/bulki.htm>>, acesso em 31/08/2005.

O Serviço de Resíduos Sólidos, que administra os serviços de coleta e transporte dos RSD, incentiva a redução na fonte oferecendo aos residentes que queiram participar do programa informações de como consegui-la.

Todos os serviços oferecidos são cobrados diretamente dos residentes através de taxas. De modo gratuito são realizados somente os serviços de reparos em contêineres que foram danificados pelo uso normal. Neste caso os residentes devem comunicar o fato ao fornecedor dos serviços, por telefone ou mensagem eletrônica, que recolherá o recipiente para reparos. Durante o período de reparação, os residentes recebem sacos de papel para dispor os RSD para coleta sem pagar por eles ou por taxas extras.

No caso de extravio dos contêineres o residente, após comunicação ao fornecedor, recebe dois sacos de 108 litros para dispor os RSD para coleta, também gratuitamente, até que receba outro para reposição, este sim, cobrado do residente.

Por possuir inverno rigoroso, a coleta de RSD não é realizada em situações de dificuldades de locomoção dos caminhões como, por exemplo, nas nevascas prolongadas, ocasião em que os RSD podem ser conservados pelas baixas temperaturas sem deterioração do material putrescível.

LONDON, CANADÁ⁵

Na Londres canadense somente é realiza a coleta seletiva, manual e/ou mecanizada. Os residentes são orientados de forma adequada para cumprirem um calendário de coleta estipulado pela prefeitura local. Os RSD devem ser separados e adequados para serem recolhidos. Como exemplo, as caixas provenientes de embalagens de cereais, cartelas de ovos, detergentes e biscoitos que devem ser esvaziadas e amassadas para serem recolhidas.

Demais tipos de papel, como listas telefônicas, jornais, revistas e outros devem ser empacotados de maneira a que os pacotes sejam menores que 75x75x20 cm. Pacotes maiores devem ser encaminhados para os locais de reciclagem diretamente. Os papéis poderão ser dispostos nos contêineres azuis ou sacos transparentes.

Embalagens de comidas, bebidas e líquidos devem ser esvaziadas, terem suas tampas retiradas, lavadas e amassadas para serem dispostas para coleta. Os materiais recicláveis devem ficar afastados dos resíduos orgânicos em 1,5 m. O peso máximo por embalagem a ser coletada é de 18 kg.

Os RSD devem ser dispostos entre 7h00min da manhã e 18h00min. Os resíduos orgânicos podem ser dispostos em sacos plásticos ou contêineres metálicos de capacidade variável entre 30 e 125 litros.

⁵ Disponível em: <<http://www.london.ca>>, acesso em 17/07/2004

Os demais resíduos, tais como os resíduos verdes e volumosos devem ser levados diretamente aos depósitos, sendo cobrada taxa conforme o volume descartado. A figura 8 mostra folhetos explicativos distribuídos à população.

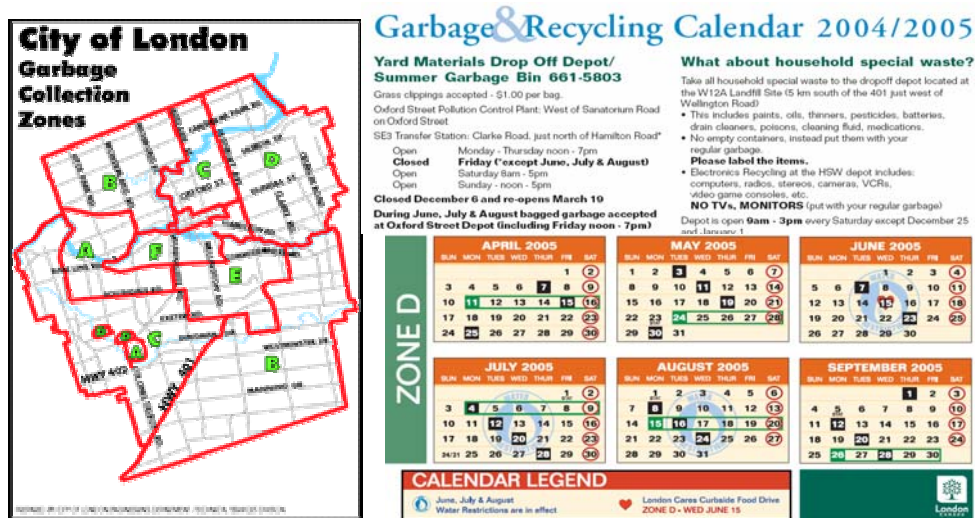


Figura 9. Folhetos explicativos à população de London, Canadá

Fonte: <http://www.london.ca/Cityhall/EnvServices/zonemap_pdf.htm>, acesso em 17/07/2004

Sobre os valores das taxas cobradas pelos serviços oferecidos pela prefeitura, somente é informado o valor cobrado por embalagem de resíduos sólidos verdes, de \$1,00 por embalagem de peso máximo igual a 18 kg.

BARCELONA, ESPANHA⁶

Barcelona, na Espanha, conta com diversos tipos de coletas oferecidas pelo serviço público, como a coleta porta-a-porta tradicional, a coleta domiciliar de sacos plásticos e recipientes rígidos, a coleta por sucção pneumática em pontos específicos através de tubos de queda e por contêineres estacionários. Todos os modos de coleta são seletivos.

⁶ Disponível em <<http://www.barcelona.es>>, acessado em 25/09/2005

A coleta domiciliar sem contêineres dos resíduos orgânicos consiste na coleta manual com sacos plásticos e recipientes rígidos e a coleta porta-a-porta em determinadas zonas da cidade.

A coleta sem contêineres é realizada em bairros cujas características são:

- Ruas estreitas e íngremes;
- Não permitem o tráfego de caminhões ou a colocação de contêineres na via pública;
- Áreas de antigas construções.

Este sistema funciona atualmente nas seguintes áreas:

- Cidade Velha (exceto o bairro da Barceloneta).
- Antiga área do bairro Sarrià.
- Quadrado de Ouro (entre Pau Claris e Balmes, e a Avenida Diagonal e a Praça Catalunha).
- Avenida Diagonal (entre Praça Francesc Macià e Rua Sardenha).

O êxito do sistema de coleta depende em grande parte da colaboração dos residentes: cada um deve deixar os sacos plásticos próximo ao portal de sua casa. O horário da coleta ocorre das 20 às 22 horas, exceto no chamado Quadrado de Ouro, que é das 8 às 10 h.

Os resíduos recicláveis devem ser dispostos nos pontos de coleta seletiva, chamados pontos verdes, que podem ser fixos ou móveis. Este sistema se caracteriza por uma coleta mais rápida, produzindo menos ruídos, que é feita diariamente no horário noturno.

A coleta através de contêineres estacionários é realizada diariamente. Os contêineres utilizados possuem volume que variam de 1.100 a 1.700 litros para carregamento frontal e contêineres de 3.200 litros para carregamento lateral.



Figura 10. Recipiente rígido para coleta manual em Barcelona.

Fonte: <<http://bcnweb13.bcn.esp:81/NASApp/STNBCNETA/es/html>>, acesso em 20/08/2004.

Recomenda-se que os resíduos sejam dispostos para coleta, somente no interior dos contêineres, entre 20 e 22 horas, o que faz presumir seja a coleta efetuada no período noturno.

Na figura 12, observa-se que o contêiner central apresenta duas tampas, de cores diferentes. São contêineres usados para a coleta de lixo seco e úmido. A parte do contêiner de tampa laranja recebe os RSD orgânicos e a azul recebe os recicláveis. Estes contêineres são utilizados em áreas de pouco espaço físico para colocação de mais de um contêiner.



Figura 11. Residente dispendo dos RSD em Barcelona.

Fonte: Teixeira, B. A. N., s.d



Figura 12. Contêineres para coleta mecanizada em Barcelona.

Fonte: <<http://bcnweb13.bcn.esp:82/NASApp/STNBCNETA/es/html>>, acesso em 20/08/2004.

Por serem contêineres bi-compartimentados de coleta mecanizada, exigem veículos adaptados, também com compartimentos separados, de modo que a descarga não misture os RSD.

A coleta pneumática ocorre pela disposição em tubos de queda ligados a uma tubulação subterrânea de sucção que recolhe os sacos plásticos em local adequado para serem selecionados e transportados em veículos até o local da disposição final.

Neste caso a coleta também é seletiva. Os resíduos orgânicos são dispostos em sacos plásticos de cor laranja para serem diferenciados dos demais.



Figura 13. Tubulação de coleta pneumática em Barcelona.

Fonte: <<http://bcnweb13.bcn.esp:81/NASApp/STNBCNETA/es/html>>, acesso em 31/08/2005

Na coleta por sucção pneumática não se admite a presença de vidros ou materiais perfuro-cortantes, o que poderia causar sérios acidentes na fase de seleção ou mesmo ao sistema. Mesmo sem estes materiais os sacos plásticos não devem estar lotados e precisam estar bem atados para não espalharem resíduos na tubulação.

Os resíduos recicláveis podem também ser destinados aos chamados Pontos Verdes que, como mostra a figura 14, são espaços de recepção de recicláveis que são separados em diferentes locais para tratamento, potencializando a reciclagem e evitando a contaminação dos resíduos passíveis de serem reutilizados. Funcionam das 8 às 18:30 horas.

A cidade conta com os chamados pontos verdes móveis que são veículos que recolhem os recicláveis em pontos específicos, conforme calendário pré-estipulado e divulgado à população.

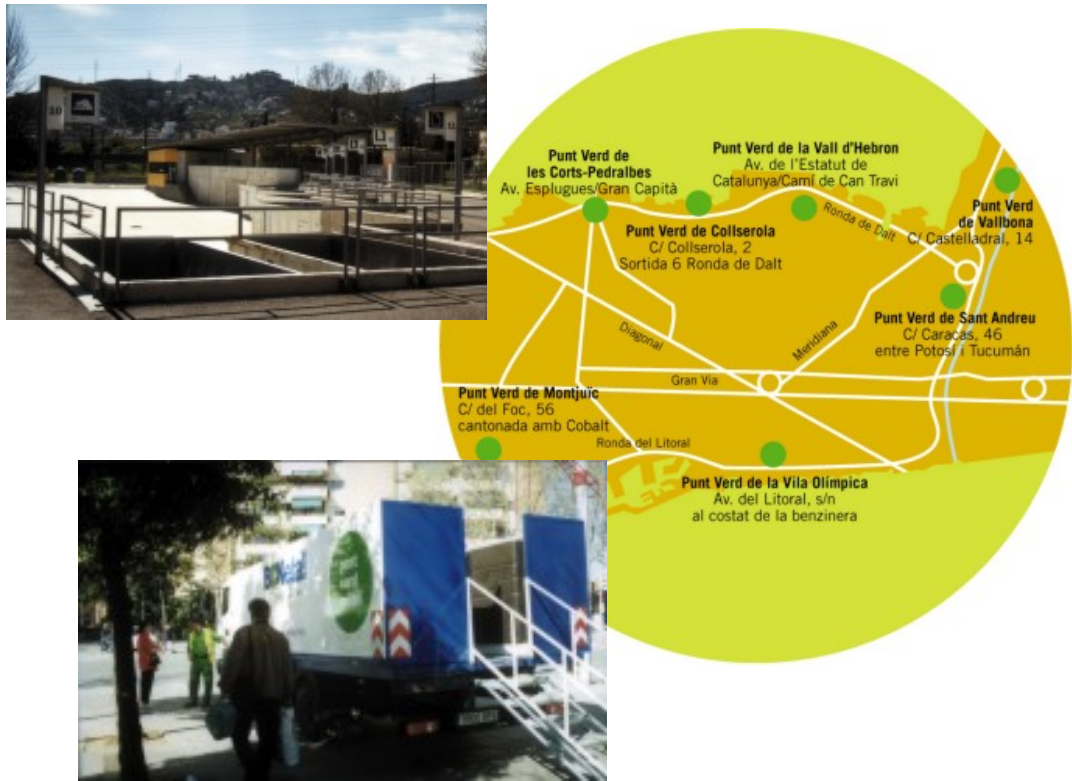


Figura 14 Pontos Verdes fixos e móveis em Barcelona e suas localizações

Fonte: <<http://bcnweb13.bcn.es:81/NASApp/STNBCNETA/es/html>>, acesso em 31/08/2005

CAPÍTULO 2

2.1 Dimensionamento da coleta e transporte de RSD

Após a caracterização da área e dos RSD da região onde se pretende implantar o serviço, dá-se início ao seu dimensionamento. Neste capítulo são apresentadas noções gerais do dimensionamento da coleta de RSD adotado pelo IPT e da apropriação de custos da coleta de acordo com o modelo proposto por Aguiar (1993).

IPT: CEMPRE (1995, p. 58) afirmam que:

“Em geral, o dimensionamento da coleta consiste em um processo interativo, uma vez que as decisões vão sendo tomadas e os parâmetros adotados sequencialmente sem que se consiga avaliar, a cada passo, as suas conseqüências e implicações. Essa avaliação é possível apenas ao término do processo. Os resultados podem sugerir a revisão das hipóteses adotadas, sendo preciso, às vezes, repetir todo o processo”.

Independentemente do método a ser adotado no dimensionamento, alguns passos são comuns a todos eles e se constituem numa tarefa preliminar a ser executada. É necessário conhecer pormenorizadamente a área onde se pretende implantar o serviço, conforme já descrito no capítulo anterior.

Conhecida a configuração da área passa-se a localizar nela todos os pontos relevantes para a coleta tais como a garagem dos veículos, grandes geradores, locais com impedimento de tráfego ou tráfego muito intenso, ruas em declive ou aclive acentuados dentre outros que se revelarem interferentes na coleta.

Necessário também determinar-se a densidade habitacional da área que se pretende implantar o serviço, o que pode ser feito através de dados cadastrais encontrados na prefeitura municipal ou em levantamento no local.

De maneira menos precisa, pode-se determinar este valor multiplicando-se o número de construções encontradas na área pela densidade habitacional média da cidade, definida pelo IBGE e ressalvada a existência de grandes geradores, comércio e indústrias já localizados anteriormente.

Uma vez determinada a densidade habitacional, é possível determinar-se a quantia de RSD gerados na área a partir de dados conhecidos. IPT: CEMPRE (1995, p. 54) recomendam a adoção de valor genérico para a geração per capita de RSD equivalente a 0,65 kg/hab/dia, incluídas aí as gerações comercial e residencial, excetuando-se os grandes geradores.

A PNSB 2000 (IBGE, 2002) revela informações importantes a respeito da geração per capita no Brasil, que podem ser consideradas para municípios de portes diferentes sem se incorrer em erros grosseiros de generalização, conforme mostra sua tabela 10, aqui adaptada no quadro 3:

Estratos Populacionais (em mil hab.)	Lixo Urbano (mil t/dia)	Produção per capita		
		Lixo Domiciliar (kg/dia)	Lixo público (kg/dia)	Lixo Urbano (kg/dia)
Total	161,83	0,74	0,22	0,95
Até 9,999	9,18	0,46	0,20	0,66
De 10 até 19,999	11,47	0,42	0,16	0,58
De 20 até 49,999	18,28	0,48	0,16	0,64
De 50 até 99,999	14,71	0,56	0,15	0,71
De 100 até 199,999	13,72	0,69	0,15	0,84
De 200 até 499,999	21,18	0,78	0,14	0,91
De 500 até 999,999	21,65	1,29	0,43	1,72
Mais de 1.000	51,64	1,16	0,35	1,50

Quadro 3. Municípios por estratos populacionais e dados gerais sobre a geração de RS (lixo).

Fonte: Adaptado de IBGE, 2002.

Como premissa do dimensionamento, é necessário definir-se o tipo de veículo coletor a ser utilizado na coleta, qual sua capacidade (C) e, se a definição se der por veículo coletor compactador, observar qual a taxa de compactação especificada pelo fabricante.

De posse do mapa da área com a localização da garagem e do local a serem finalmente destinados os resíduos, deve-se estimar os seguintes parâmetros (IPT: CEMPRE, 1995, p. 59):

- D_g = distancia entre a garagem e o centro geométrico (CG) da área (km);
- D_d = distância do CG da área até o destino final (km);
- L = extensão total das vias a serem coletadas (km)
- V_c = Velocidade média de coleta, baseada em velocidades obtidas em roteiros semelhantes ou arbitrada inicialmente entre 4 e 6,5 km/h, a depender das características da área.
- V_t = Velocidade média dos veículos nos trechos entre a garagem e o setor de coleta e entre o setor de coleta e o ponto de descarga. Deve ser medida nos trechos ou estimada entre 15 e 30 km/h
- Q = quantidade de RSD a ser coletada em cada setor (t ou m³).
- C = capacidade do veículo de coleta (t ou m³). Neste caso é comum adotar-se um valor menor, em torno de 70 a 80%, da capacidade nominal especificada pelo fabricante, em função da variação diária na produção de RSD.
- J = duração útil da jornada de trabalho da equipe, desde a saída da garagem até o seu retorno, excluindo intervalo parra refeições e outros tempos improdutivos (h).

Definidos estes parâmetros, pode-se calcular o número de roteiros necessários para a coleta em cada setor, denominado N_s , a partir da equação (1), abaixo

$$N_s = \left(\frac{1}{J} \right) \times \left\{ \left(\frac{L}{V_c} \right) + 2 \times \left(\frac{D_g}{V_t} \right) + 2 \times \left[\left(\frac{D_d}{V_t} \right) \times \left(\frac{Q}{C} \right) \right] \right\} \quad \text{Equação (1)}$$

Observa-se que a definição de itinerários ou roteiros guarda relação direta com a extensão total das vias a serem percorridas, as distâncias da garagem e do local de disposição final e o total de RSD a ser coletado na área.

Cabe análise das parcelas da fórmula para um melhor entendimento do dimensionamento da coleta:

- a) A razão (L/V_c) expressa o tempo total de percurso da coleta (h);
- b) A parcela $(2(D_g/V_t))$ expressa o tempo de percurso de ida e volta, da garagem até o CG da área a ser coletada (h);
- c) A parcela $(2(D_d/V_t))$ expressa o tempo de percurso de ida e volta, do CG da área até o local de destinação final;
- d) A parcela (Q/C) expressa o número de viagens do veículo coletor para escoar todos os RSD produzidos na área.

A frequência da coleta é definida pelo tempo decorrido entre duas coletas consecutivas ocorridas num mesmo local, realizadas em função do volume de resíduos gerados diariamente, do clima, das expectativas dos geradores, das limitações de acondicionamento (USEPA, 1995, p. 4-11).

Se a frequência de coleta é de duas vezes por semana, excetuado o domingo, realizada pela manhã, às segundas e quintas-feiras, por exemplo, a quantidade a ser coletada cada vez que o veículo coletor passa é de 3 a 4 vezes a geração per capita diária por setor.

O número total de veículos necessários à coleta é obtido pela soma dos veículos que operam simultaneamente nos diversos setores do município e não pelo total dos veículos de cada setor.

IPT: CEMPRE (1995, p. 60) sugerem que se faça uma tabela alocando ali os setores servidos, a freqüência da coleta e o número de veículos necessários para a execução da coleta em cada setor por dia, conforme exemplo abaixo:

Frota Necessária (veículos)								
Setor	Freqüência	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
A	Seg/Qua/Sex	-	3	-	3	-	3	-
B	Ter/Qui/Sáb	-	-	4	-	4	-	4
C	Diária	-	5	5	5	5	5	5
	Total	-	8	9	8	9	8	8

Tabela 1. Exemplo de dimensionamento de frota no turno diurno

Fonte: IPT: CEMPRE, 1995, p. 60.

Uma vez definido o número de roteiros a serem atendidos e a frota de veículos a serem utilizados, resta projetar os roteiros, atendendo às recomendações da roteirização anteriormente sugeridas.

O pessoal envolvido também precisa ser dimensionado. A equipe de trabalho de cada veículo coletor é chamada de guarnição. O dimensionamento da guarnição depende do tipo de coleta a ser realizada, do equipamento utilizado, do volume de resíduos a ser coletado, dentre outros fatores.

De modo geral, são utilizadas as seguintes configurações de guarnições para os equipamentos abaixo citados:

Equipamento	Guarnição
Veículo coletor de carroceria aberta tipo baú ou prefeitura	Motorista, de 2 a 3 coletores, de 1 a 2 ajudantes que descarregam ou ajeitam a carga em cima da carroceria.
Veículo coletor compactador	Motorista, de 2 a 4 coletores, a depender do volume de resíduos a ser coletado.
Veículo tipo guindaste	Motorista e 1 coletor
Veículo tração animal	Condutor e 1 coletor

Quadro 4. Veículos coletores e guarnições frequentemente utilizadas

Fonte: Elaboração do autor

2.2 Custos

A avaliação do custo operacional do sistema de RSD pode ser feita por estimativa, realizada com a finalidade de comparar alternativas baseadas num mesmo critério de cálculo, sendo que os resultados obtidos dependem dos dados tomados como base para os cálculos.

Um fator importante na análise do custo operacional é a idade da frota de veículos utilizada na coleta e transporte de RSD. A manutenção dos veículos aumenta com a idade, item que pode ser determinante no dimensionamento da frota reserva.

Modelos de apropriação de custos operacionais normalmente dividem os custos em duas classes: fixos e variáveis, podendo ser encontrada uma terceira classe em função das divergências encontradas em sua classificação por especialistas (MERCEDez-BENZ, 1992).

Os custos fixos são aqueles que têm origem, independentemente da operação do sistema, tais como:

- Depreciação por tempo;
- Remuneração do capital;
- Licenciamento dos veículos;
- Seguro facultativo;
- Salários e encargos (ora classificado como custo fixo, ora custo variável);
- Despesas administrativas (escritório contábil, luz, água e outros.).

Os custos variáveis são aqueles que dependem diretamente da operação do sistema, tais como:

- Combustíveis;
- Lubrificantes;

- Pneus;
- Reparos;
- Manutenção preventiva e corretiva.

Aguiar (1993, p 602) propõe um modelo para determinação dos custos da etapa de coleta e transporte dos RSD, inclusive supondo ou não a existência de estação de transferência e coleta de lixo seco e úmido. O modelo estabelece custos fixos e custos variáveis a serem apropriados.

As condições básicas iniciais e as hipóteses do problema em que se baseia o modelo são as seguintes:

- Cidade de formato retangular;
- Densidade populacional e taxa de geração de RSD constantes;
- Malha viária constituída de vias ortogonais em toda a extensão da cidade;
- Áreas de coleta de RSD de formato quadrado (quadrículas);
- Frotas padronizadas de veículos de coleta e de transporte;
- Coleta de RSD com ou sem separação;
- Local de acesso à rodovia num vértice do perímetro da cidade;
- Garagem dos veículos num ponto de vértice qualquer da cidade;
- Existência ou não de estação de transferência de RSD (transbordo);
- Local de descarga dos RSD isolado da área urbana;
- Veículo de coleta do lixo seco diferente do veículo de coleta do lixo úmido.

Os custos fixos referem-se à frota, ao pessoal e à estação de transferência e podem ser obtidos mediante a aplicação das seguintes equações:

- Custo fixo da frota:

$$C_{fff} = C_{fc} \cdot N_{vc} + C_{fca} \cdot N_{ca} + C_{fcls} \cdot N_{vcls} \quad \text{Equação (2)}$$

onde:

C_{ftf} = Custo fixo total diário da frota (veículos de coleta e carretas), em R\$/dia;

C_{fc} = Custo fixo diário do veículo de coleta, em R\$/veículo.dia;

N_{vc} = Número de veículos de coleta, em veículo;

C_{fca} = Custo fixo diário da carreta, em R\$/veículo.dia;

N_{ca} = Número de carretas de transporte, em veículo;

C_{fcls} = Custo fixo diário do veículo da coleta de lixo seco, em R\$/veículo.dia;

N_{vcls} = Número de viagens diárias do veículo de coleta de lixo seco, em veículo.dia;

- Custo fixo referente ao pessoal contratado (guarnição):

$$C_{ftp} = C_{fpm} \cdot [N_{vc} + N_{ca} + N_{vcls}] \cdot k_m + C_{fpg} \cdot [N_{vc} \cdot n_g + N_{vcls} \cdot n_{gls}] \cdot k_g, \quad \text{Equação (3)}$$

onde:

C_{ftp} = Custo fixo total diário de pessoal, em R\$/dia;

C_{fpm} = Custo fixo diário de pessoal – motoristas, em R\$/homem.dia;

k_m = fator de majoração–reserva de motoristas, adimensional

C_{fpg} = Custo fixo diário de pessoal – garis, em R\$/homem.dia;

n_g = número de garis de uma guarnição, em homem

n_{gls} = número de garis de uma guarnição de coleta de lixo seco, em homem;

k_g = fator de majoração – reserva de garis, adimensional

- Para a estação de transferência

C_{ftr} = custo fixo total diário de transferência, em R\$/dia

- O custo fixo total é dado por:

$$C_{ft} = C_{ftf} + C_{ftp} + C_{ftr}, \quad \text{Equação (4)}$$

onde:

C_{ftf} = Custo fixo total diário da frota (veículos de coleta e carretas), em R\$/dia;

C_{ftp} = Custo fixo total diário de pessoal, em R\$/dia;

C_{ftr} = custo fixo total diário de transferência, em R\$/dia

Os custos variáveis podem ser obtidos pelas expressões:

- Custo variável da coleta e transporte do lixo

$$\begin{aligned} C_{vtf} = & C_{vc} \cdot N_{vc} \cdot n_v \cdot [d_{ca} \cdot K_{ca} + 2 \cdot (d_{ar} + h \cdot d_{dr})] + C_{vc} \cdot N_{vc} \cdot (d_{pa} + d_{rp} - d_{ar}) + \\ & + C_{vca} \cdot n_{ca} \cdot n_{vca} \cdot 2 \cdot d_{dr} + C_{vcls} \cdot N_{vcls} \cdot n_{vls} \cdot (d_{cals} \cdot K_{ca} + 2 \cdot d_{arls}) + \\ & + C_{vcls} \cdot N_{vcls} \cdot (d_{pals} + d_{rp} - d_{arls}), \end{aligned} \quad \text{Equação (5)}$$

onde:

C_{vtf} = Custo variável total diário da frota, veículos de coleta e carretas, em R\$/dia;

C_{vc} = Custo variável do veículo de coleta, em R\$/veículo.km;

n_v = número de viagens diárias por veículo de coleta, em viagem/veículo.dia

d_{ca} = distância percorrida na área de coleta do lixo, em km;

K_{ca} = fator de majoração do custo variável da coleta, adimensional;

d_{ar} = distância média entre as áreas de coleta e o acesso à rodovia, em km;

h = parâmetro referente à existência ou não da estação de transferência, adimensional (0 para não existente, 1 para existente);

d_{dr} = distância entre o local de descarga e o acesso à rodovia, em km;

d_{pa} = distância média entre a garagem e as áreas de coleta, em km;

d_{rp} = distância entre o acesso à rodovia e a garagem, em km;

C_{vca} = Custo variável da carreta, em R\$/veículo. km;

n_{ca} = número de carretas, em veículo;

n_{vca} = número de viagens diárias da carreta, em viagem/veículo.dia

C_{vcls} = Custo variável do veículo de coleta de lixo seco, em R\$/veículo. km;

N_{vcls} = número de viagens diárias do veículo coletor de lixo seco, em viagem/veículo.dia;

n_{vls} = número de veículos coletores de lixo seco, em veículo;

d_{cals} = distância percorrida na área de coleta de lixo seco, em km;

d_{arls} = distância média entre as áreas de coleta de lixo seco e o acesso à rodovia, em km;

d_{pals} = distância média entre a garagem e as áreas de coleta de lixo seco, em km;

- Custo variável da transferência:

$$C_{vtr} = C_{vtr} \cdot Q_{tr}, \quad \text{Equação (6)}$$

onde:

C_{vtr} = Custo variável total da transferência, em R\$/m³;

C_{vtr} = Custo variável da transferência, em R\$/m³;

Q_{tr} = Capacidade volumétrica de uma carreta, em m³.

- Custo variável total diário:

$$C_{vt} = C_{vtf} + C_{vtrs}, \quad \text{Equação (7)}$$

onde:

C_{vt} = custo variável total diário.

O custo total é calculado pela soma dos custos fixos e variáveis totais, dado pela expressão:

- Custo total diário:

$$CT = C_{ft} + C_{vt} \quad \text{Equação (8)}$$

onde:

CT = custo total diário, em R\$/dia

Os custos médios por habitante e por m³ de RSD coletados são obtidos dividindo-se o custo total diário pela população servida e pela quantidade total coletada, respectivamente.

As limitações do modelo são dadas pelas condições básicas estipuladas acima. Para que o modelo seja aplicável em municípios com diferentes configurações são necessárias adaptações ao mesmo.

Outros modelos de apropriação de custos da frota de veículos e de suas guarnições são apresentados pelo IPT: CEMPRE (1995, p. 65) e pela Mercedes-Benz, com pequenas variações de abordagem. Isto se deve ao fato de que a apropriação de custos é, em suma, um problema de ordem contábil.

Também o SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA - SELURB- propõe um modelo de apropriação de custos da coleta e transporte de RSD através de programa baseado na planilha eletrônica Excel®, onde são preenchidos os dados solicitados no programa e o resultado é obtido em R\$/t de RSD coletado.

O SELURB só informa que a planilha foi elaborada pela Fundação Getúlio Vargas sem dar informações da metodologia utilizada. A figura 14 mostra a tela de trabalho da planilha de cálculo dos custos da coleta.

Além da apropriação de custos, indicadores de produtividade podem melhor avaliar o desempenho da coleta e transporte de RSD. Os indicadores mais conhecidos são os de produtividade, de eficiência operacional, de mão de obra, manutenção, de qualidade e de segurança.

COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

(Domiciliares, de feiras livre e de varrição de vias públicas)

Cidade:	Santo Antonio
População:	110 habitantes
Quantidade Mensal:	380 toneladas por mês
Feiras-livres aos domingos:	8 un/dia

Salário Mensal (R\$)	
Salário Mínimo	300,00 R\$/mês
Motorista	862,72 R\$/mês
Coletor	539,59 R\$/mês
Fiscal Coleta	1.980,00 R\$/mês
Fiscal Pesagem	600,00 R\$/mês
Encarregado deTráfego	3.300,00 R\$/mês
Auxiliar de Tráfego	763,00 R\$/mês
Vale Alimentação	92,75 R\$/mês
Vale Refeição	168,75 R\$/mês
Convênio Médico:	
Motorista	70,00 R\$/mês
Coletor	70,00 R\$/mês
Passagem/ônibus	1,20 R\$/un
número de passagens/dia	4 un/dia

Combustíveis	
Gasolina	2,15 /litro
Óleo Diesel	1,55 /litro



182,66 R\$/t

Figura 15. Tela de trabalho da planilha do SELURB

Fonte: Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana, s.d.

2.3 Comparação de coletas: porta-a-porta e CLEO

A comparação da coleta porta-a-porta com a coleta em locais de entrega obrigatória será realizada neste trabalho com vistas à identificação da variação de custos entre estes tipos de coleta.

Para o cálculo dos custos da coleta será adotado o modelo proposto por Aguiar (1993), respeitando-se as condições de contorno impostas pelo modelo e para simplificação do problema, adotou-se uma quadra (quarteirão) padrão com cada face dotada de 10 unidades residenciais, com 5 pessoas por unidade (200 pessoas por quadra). Também foram adotados os seguintes dados:

- Produção diária de RSD per capita: 500 g
- Cidade de formato retangular (20 x 20 quadras) com população de 80.000 habitantes;
- Densidade populacional e taxa de geração de RSD constantes;
- Malha viária constituída de vias ortogonais em toda a extensão da cidade;
- Áreas de coleta de RSD de formato quadrado (quadrículas);
- Frotas padronizadas de veículos de coleta e de transporte;
- Coleta de RSD sem separação;
- Local de acesso à rodovia num vértice do perímetro da cidade;
- Garagem dos veículos num ponto de vértice qualquer da cidade;
- Não existência de estação de transferência de RSD (transbordo);
- Local de descarga dos RSD isolado da área urbana;
- Veículo de coleta do lixo úmido.

Também serão adotadas as seguintes premissas:

- Veículo coletor compactador novo com carroceria de volume útil de 15 m³;
- Taxa de compactação do veículo igual a 3:1;
- Peso específico do lixo sem compactação igual a 180 kg/m³;
- Tamanho das quadras igual a 100x100 metros;
- Largura das ruas igual a 10 metros;

- Comprimento total de cada rua percorrida igual a 2190 metros (considerando que nas extremidades somente metade da rua é percorrida);
- Total de ruas igual a 44;
- Coleta diária;
- Velocidades de deslocamento iguais para ambas as coletas;
- Guarnições idênticas para ambas as coletas composta de um motorista e três coletores (garis);
- Equipamentos iguais para ambas as coletas;
- Coleta em ambos os lados da rua;
- Otimização máxima de roteiros, sem superposições (o veículo coletor percorre uma única vez cada rua);
- Uma lixeira para cada casa na coleta porta – a – porta;
- Uma lixeira coletiva a cada esquina – local de entrega obrigatória – (máximo deslocamento do residente igual a 50 metros);
- Distância entre o local de descarga e a rodovia (D_{dr}) igual a 6,0 km;
- Fator de majoração do custo variável (K_{ca}) da coleta igual a 1,2;
- Fator de majoração de reserva de garis (K_g) igual a 1,2;
- Fator de majoração de reserva de motoristas (K_m) igual a 1,2;
- Custo fixo diário do veículo de coleta (C_{fd}) igual a R\$ 100,00/veículo.dia⁷;
- Custo fixo diário de pessoal – motoristas (C_{fpm}) igual a R\$ 50,00/homem.dia;
- Custo fixo diário de pessoal – garis (C_{fpg}) igual a R\$ 30,00/homem.dia;
- Custo variável do veículo de coleta (C_{vc}) igual a R\$ 2,00/veículo.km;
- Coleta diurna;
- Jornada normal = 8 horas.

⁷ Custos arbitrados para simples cálculo, próximos dos valores praticados na realidade.

Para a população considerada, a produção diária de RSD será de 40 toneladas, o que corresponde a um volume solto de 222,22 m³. Considerando-se a compactação de 3:1 do caminhão coletor, o volume a ser coletado passa a ser de aproximadamente 75 m³ (74,07 m³), tornando necessárias 5 viagens do caminhão coletor.

Dividiu-se então a cidade-modelo em 6 setores, de modo que o caminhão trabalhasse com pequena folga, cada setor com aproximadamente 16,0 km de vias. Considerando-se uma velocidade de deslocamento de 6,0 km/h durante a coleta e de 30,00 km/h no trajeto (velocidades sugeridas para o cálculo pelo IPT:CEMPRE) pode-se afirmar que cada setor leva em média 02h40min para ter os RSD coletados.

O intervalo de tempo deve ser acrescido estimando-se que a viagem desde o ponto de acesso à rodovia até o local de destinação final, ida e volta, gaste em torno de 30 minutos ($t=d/v$), considerando-se 6 minutos para descarga.

Deste modo cada setor leva em média 3 horas e 10 minutos para ser coletado. Considerando que a tripulação gasta 01h30min no intervalo para almoço, pode-se afirmar que, se a frota de veículos coletores for composta de 3 veículos, não seria necessária a realização de horas extras pela guarnição (sobra teórica de 10 minutos na jornada de 8 horas):

- Número de setores por veículo = 2
- Tempo gasto por setor = 02h40min
- Tempo gasto na descarga por setor = 0h30min
- Total do tempo gasto no setor = 06h20min
- Intervalo para almoço = 01h30min
- Total necessário à jornada diária = 07h50min

No caso suposto acima de 3 veículos trabalhando na coleta dos RSD, a vulnerabilidade do sistema é baixa, pois qualquer parada para manutenção poderia ser compensada por turnos extras de outro veículo, mantendo a qualidade da prestação dos serviços. Recomendável, mesmo assim, que se tenha um veículo a mais para divisão do trabalho ou simples reserva.

Considerados os valores arbitrados, as condições de contorno do problema e arbitrando os locais da garagem e do acesso à rodovia nas esquinas superiores esquerda e direita, respectivamente, conforme a figura 16, as distâncias envolvidas no modelo de cálculo são dadas por:

- Distância entre o acesso à rodovia e a garagem $D_{rp} = 2,2$ km
- Distância média entre a garagem e as áreas de coleta $D_{pa} = 2,2$ km
- Distância média percorrida na área de coleta de lixo $D_{ca} = 15,4$ km

2.3.1 Custos da coleta porta-a-porta

Na coleta porta-a-porta o veículo coletor deve passar em todas as residências para realizar a coleta total do setor. Assim ele deve percorrer toda a distância média de cada área de coleta, igual a 15,40 km.

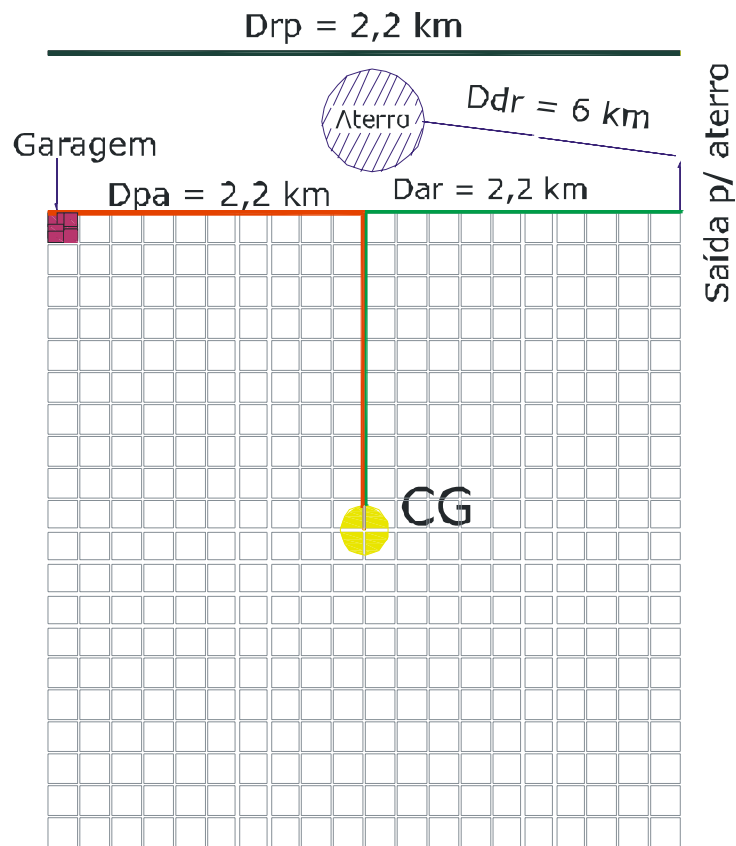


Figura 16 - Configuração da cidade-modelo utilizada e suas distâncias

Fonte: autor

Assim é possível estimar o custo diário da coleta porta-a-porta através do modelo de Aguiar, mediante suas equações:

- Custo fixo da frota (equação 2):

$$C_{ff} = C_{fc} \cdot N_{vc}, \text{ onde:}$$

$C_{fc} = \text{R\$ } 100,00$ - Custo fixo diário do veículo de coleta;

$N_{vc} = 3$ - Número de veículos de coleta;

Portanto,

$$C_{ff} = 100,00 \cdot 3$$

$$C_{ff} = \text{R\$ } 300,00$$

- Custo fixo referente ao pessoal contratado (equação 3):

$$C_{ftp} = C_{fpm} \cdot [N_{vc}] \cdot k_m + C_{fpg} \cdot [N_{vc} \cdot n_g] \cdot k_g, \text{ onde:}$$

C_{fpm} = R\$ 50,00 – Custo fixo diário de pessoal – motoristas;

k_m = 1,2 – Fator de majoração-reserva de motoristas;

C_{fpg} = R\$ 30,00 – Custo fixo diário de pessoal – garis;

n_g = 3 – número de garis de uma guarnição;

k_g = 1,2 – Fator de majoração – reserva de garis;

Portanto,

$$C_{ftp} = 50,00 \cdot [3] \cdot 1,2 + 30,00 \cdot [3 \cdot 3] \cdot 1,2$$

$$C_{ftp} = R\$ 504,00$$

Quanto aos custos variáveis:

- Custo variável da coleta e transporte do lixo (equação 5)

$$C_{vtf} = C_{vc} \cdot N_{vc} \cdot n_v \cdot [d_{ca} \cdot K_{ca} + 2 \cdot (d_{ar} + h \cdot d_{dr})] + C_{vc} \cdot N_{vc} \cdot (d_{pa} + d_{rp} - d_{ar}) \text{ onde:}$$

C_{vc} = R\$ 2,00 – Custo variável do veículo de coleta;

N_{vc} = 3 – Número de veículos de coleta;

n_v = 2 – número de viagens diárias por veículo de coleta;

d_{ca} = 15,40 km – distância média percorrida nas áreas de coleta do lixo;

K_{ca} = 1,2 – fator de majoração do custo variável da coleta;

d_{ar} = 2,2 km – distância média entre as áreas de coleta e o acesso à rodovia;

h = 1 – parâmetro referente à não existência da estação de transferência;

d_{dr} = 6,00 km – distância entre o local de descarga e o acesso à rodovia;

d_{pa} = 2,2 km – distância média entre a garagem e as áreas de coleta;

$d_{rp} = 2,2$ km – distância entre o acesso à rodovia e a garagem;

Logo,

$$C_{vtf} = 2,00 \cdot 3 \cdot 2 \cdot [15,4 \cdot 1,2 + 2 \cdot (2,2 + 1.6,0)] + 2,00 \cdot 3 \cdot (2,2 + 2,2 - 2,2)$$

$$C_{vtf} = 418,56 + 13,20$$

$$C_{vtf} = \text{R\$}431,76$$

- Custo variável total diário, sem a estação de transferência (equação 7):

$$C_{vt} = C_{vtf}, \text{ onde:}$$

C_{vt} = custo variável total diário

$$C_{vt} = \text{R\$}431,76$$

O custo total é calculado pela soma dos custos fixos e variáveis totais, dado pela expressão:

- Custo total diário da coleta porta-a-porta (equação 8):

$$CT = C_{ft} + C_{vt} \text{ onde:}$$

$$CT = (300,00 + 504,00) + 431,76$$

$$CT = \text{R\$} 1.235,76$$

2.3.2 Custos da CLEO

Na coleta em locais de entrega obrigatória o veículo coletor deve passar nos pontos específicos de coleta. Cada quadra foi guarnecida com 4 pontos: um em cada esquina. A figura 16 ilustra o modelo adotado. Assim o veículo, considerando a hipótese do mínimo roteiro, deve percorrer a metade da distância percorrida na coleta porta-a-porta, ou seja, 7,7 km.

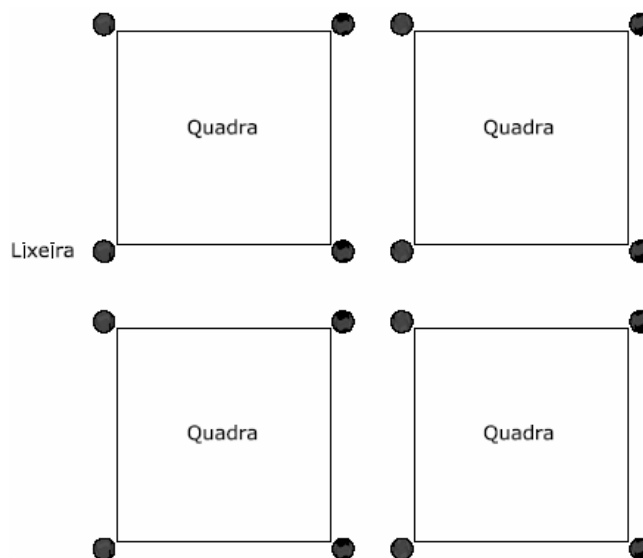


Figura 16. Localização das lixeiras para CLEO na cidade-modelo

Fonte: Autor

Assim é possível estimar o custo diário da coleta em locais de entrega obrigatória, através do mesmo modelo de Aguiar, considerando, a princípio, que o custo fixo da frota e de pessoal é o mesmo, modificando somente o custo variável:

- Custo fixo da frota:

$$C_{ff} = R\$300,00$$

-

- Custo fixo referente ao pessoal contratado (guarnição):

$$C_{fp} = R\$ 504,00$$

Quanto aos custos variáveis:

- Custo variável da coleta e transporte do lixo (equação 5)

$$C_{vtf} = C_{vc} \cdot N_{vc} \cdot n_v \cdot [d_{ca} \cdot K_{ca} + 2 \cdot (d_{ar} + h \cdot d_{dr})] + C_{vc} \cdot N_{vc} \cdot (d_{pa} + d_{rp} - d_{ar}) \text{ onde:}$$

$C_{vc} = R\$ 2,00$ – Custo variável do veículo de coleta;

$M_{vc} = 3$ – Número de veículos de coleta;

$n_v = 2$ – número de viagens diárias por veículo de coleta;

$d_{ca} = 7,7$ km – distância percorrida na área de coleta do lixo;

$K_{ca} = 1,2$ – fator de majoração do custo variável da coleta;

$d_{ar} = 2,2$ km – distância média entre as áreas de coleta e o acesso à rodovia;

$h = 1$ – parâmetro referente à não existência da estação de transferência;

$d_{dr} = 6,00$ km – distância entre o local de descarga e o acesso à rodovia;

$d_{pa} = 2,2$ km – distância média entre a garagem e as áreas de coleta;

$d_{rp} = 2,2$ km – distância entre o acesso à rodovia e a garagem;

Logo,

$$C_{vtf} = 2,00 \cdot 3 \cdot 2 \cdot [7,7 \cdot 1,2 + 2 \cdot (2,2 + 1 \cdot 6,0)] + 2,00 \cdot 3 \cdot (2,2 + 2,2 - 2,2)$$

$$C_{vtf} = 307,68 + 13,20$$

$$C_{vtf} = R\$320,88$$

- Custo variável total diário, sem a estação de transferência (equação 7):

$$C_{vt} = C_{vtf}, \text{ onde:}$$

C_{vt} = custo variável total diário

$$C_{vt} = R\$320,88$$

O custo total é calculado pela soma dos custos fixos e variáveis totais, dado pela expressão:

- Custo total diário da coleta em locais de entrega obrigatória (equação 8):

$$CT = C_{ft} + C_{vt} \text{ onde:}$$

$$CT = (300,00 + 504,00) + 320,88$$

$$CT = R\$ 1.124,88$$

2.3.3 Custos comparados

Para se comparar, de maneira direta, os custos da coleta porta-a-porta e da coleta em locais de entrega obrigatória foi calculada a razão entre uma e outra. Assim a comparação permite dizer que a coleta em locais de entrega obrigatória, em termos de custos de realização, é cerca de 10 % mais barata que a coleta porta-a-porta, mantendo-se o mesmo número de guarnições e setores, mudando-se somente os custos variáveis.

$$\frac{CLEO}{Coleta\ porta - a - porta} = \frac{1.124,88}{1.235,76} = 0,9103$$

Outra comparação pode ser realizada levando-se em conta a menor distância a ser percorrida pelo veículo, podendo reduzir o tempo total gasto. Se o tempo gasto é menor, e neste caso representa a metade (de 2h40min → 1h20min), o tempo gasto por setor decresce para 1h50min.

Se a este tempo somar-se a hora de almoço é possível que uma guarnição realize a coleta em 3 setores diariamente e não em dois. Isto significaria a redução de investimento e de pessoal: em vez de 3 veículos e 3 guarnições, somente 2 veículos e 2 guarnições.

Neste caso, os custos da coleta seriam:

Custo fixo da frota (Equação 2):

C_{fc} = R\$ 100,00 – Custo fixo diário do veículo de coleta;

N_{vc} = 2 – Número de veículos de coleta;

Portanto,

$$C_{ftf} = 100,00 \cdot 2$$

$$C_{ftf} = R\$200,00$$

- Custo fixo referente ao pessoal contratado (equação 3):

$$C_{ftp} = C_{fpm} \cdot [N_{vc}] \cdot k_m + C_{fpg} \cdot [N_{vc} \cdot n_g] \cdot k_g, \text{ onde:}$$

C_{fpm} = R\$ 50,00 – Custo fixo diário de pessoal – motoristas;

K_m = 1,2 – Fator de majoração-reserva de motoristas;

C_{fpg} = R\$ 30,00 – Custo fixo diário de pessoal – garis;

n_g = 3 – número de garis de uma guarnição;

k_g = 1,2 – Fator de majoração – reserva de garis;

Portanto,

$$C_{ftp} = 50,00 \cdot [2] \cdot 1,2 + 30,00 \cdot [3 \cdot 2] \cdot 1,2$$

$$C_{ftp} = R\$ 336,00$$

Quanto aos custos variáveis:

- Custo variável da coleta e transporte do lixo (equação 5)

$$C_{vtf} = C_{vc} \cdot N_{vc} \cdot n_v \cdot [d_{ca} \cdot K_{ca} + 2 \cdot (d_{ar} + h \cdot d_{dr})] + C_{vc} \cdot N_{vc} \cdot (d_{pa} + d_{rp} - d_{ar}) \text{ onde:}$$

C_{vc} = R\$ 2,00 – Custo variável do veículo de coleta;

N_{vc} = 2 – Número de veículos de coleta;

n_v = 3 – número de viagens diárias por veículo de coleta;

d_{ca} = 7,7 km – distância percorrida na área de coleta do lixo;

K_{ca} = 1,2 – fator de majoração do custo variável da coleta;

d_{ar} = 2,2 km – distância média entre as áreas de coleta e o acesso à rodovia;

h = 1 – parâmetro referente à não existência da estação de transferência;

$d_{dr} = 6,00$ km – distância entre o local de descarga e o acesso à rodovia;

$d_{pa} = 2,2$ km – distância média entre a garagem e as áreas de coleta;

$d_{rp} = 2,2$ km – distância entre o acesso à rodovia e a garagem;

Logo,

$$C_{vtf} = 2,00 \cdot 2 \cdot 3 \cdot [7,7 \cdot 1,2 + 2 \cdot (2,2 + 1,6,0)] + 2,00 \cdot 2 \cdot (2,2 + 2,2 - 2,2)$$

$$C_{vtf} = 307,68 + 8,80$$

$$C_{vtf} = R\$316,48$$

- Custo variável total diário, sem a estação de transferência (equação 7):

$$C_{vt} = C_{vtf}, \text{ onde:}$$

C_{vt} = custo variável total diário

$$C_{vt} = R\$316,48$$

O custo total é calculado pela soma dos custos fixos e variáveis totais, dado pela expressão:

- Custo total diário da coleta em locais de entrega obrigatória (equação 8):

$$CT = C_{ft} + C_{vt} \text{ onde:}$$

$$CT = (200,00 + 336,00) + 316,48$$

$$CT = R\$ 852,48$$

Deste modo, se houvesse a redução de uma guarnição na coleta geral da cidade-modelo a razão entre as coletas poderia ser menor ainda:

$$\frac{CLEO}{Coleta\ porta - a - porta} = \frac{852,48}{1.235,76} = 0,6898$$

Ou seja, a redução de custos chegaria a 30% na substituição de uma coleta por outra, o que confirma a afirmativa da literatura de que a coleta em pontos específicos é a modalidade de coleta de menor custo.

Pode-se argumentar que a implantação deste tipo de coleta tem um investimento inicial maior do que a coleta porta-a-porta, o que é verdadeiro. Mas, se por um lado se investe mais em equipamentos (contêineres) por outro há uma diminuição no investimento de veículos.

Necessário que outros estudos investiguem estes custos iniciais de investimento e o prazo necessário ao ponto de equilíbrio, proporcionado por uma manutenção mensal menor, o que fica como sugestão da continuidade de aprofundamento sobre o tema.

Capítulo 3

3.1 Metodologia do trabalho

De modo geral, e de maneira mais acentuada no Brasil, o presente tema de pesquisa se relaciona fortemente com instituições políticas (estados e prefeituras) gestoras dos sistemas de RSD. Nestas instituições é comum não se encontrar um banco de dados relativo à gestão dos referidos sistema.

Com raras exceções, o levantamento de dados nas prefeituras brasileiras é difícil e lento. Na maioria delas inexistem arquivos de dados que permitam uma compreensão contextualizada do objeto da pesquisa.

Em razão disto, a pesquisa baseou-se em informações de funcionários da Prefeitura Municipal de Bebedouro, em artigos de jornais da cidade e em dados oficiais oferecidos pelo Departamento de Obras da prefeitura.

A pesquisa desenvolveu-se em Bebedouro-SP, que em 1992 implantou, e ainda mantém em determinados locais, uma prática de coleta com algumas semelhanças à coleta proposta.

Neste sistema de coleta realizado pela prefeitura municipal não há a obrigatoriedade de se colocar os RSD nas lixeiras fixadas nos canteiros centrais das avenidas. Há casos de moradores que implantaram sua própria lixeira e nelas dispõem de seus RSD.

Das avenidas nas quais as lixeiras foram implantadas, escolheu-se a Av. Pedro Paschoal para se realizar a pesquisa, pelos motivos elencados adiante. A lixeira-tipo instalada nesta avenida é detalhada na figura 18.

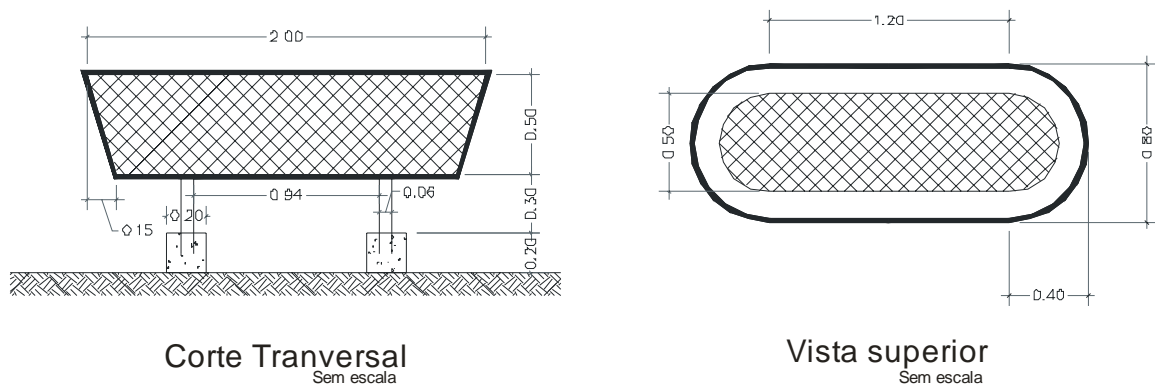


Figura 18. Lixeira-tipo instalada na Avenida Pedro Paschoal, em Bebedouro-SP.

Fonte: Autor

3.1.1 Características do município

O povoamento inicial da cidade deu-se com a instalação de algumas famílias junto à margem esquerda do Córrego Bebedouro, cujas águas eram procuradas por tropeiros e boiadeiros que atravessavam a região conduzindo animais e transportando todo tipo de mercadorias, no eixo compreendido entre a região de Araraquara e o Porto do Rio Grande.

As primeiras foram iniciadas por volta de 1878, período em que se formaram as primeiras lavouras de café, maior riqueza do município nos próximos anos decorrentes.

A data oficial de fundação de Bebedouro é 3 de maio de 1884, dia em que se lavrou a escritura de doação da primeira parte do atual patrimônio urbano, de acordo com a Lei Municipal nº57, de 27 de abril de 1949.

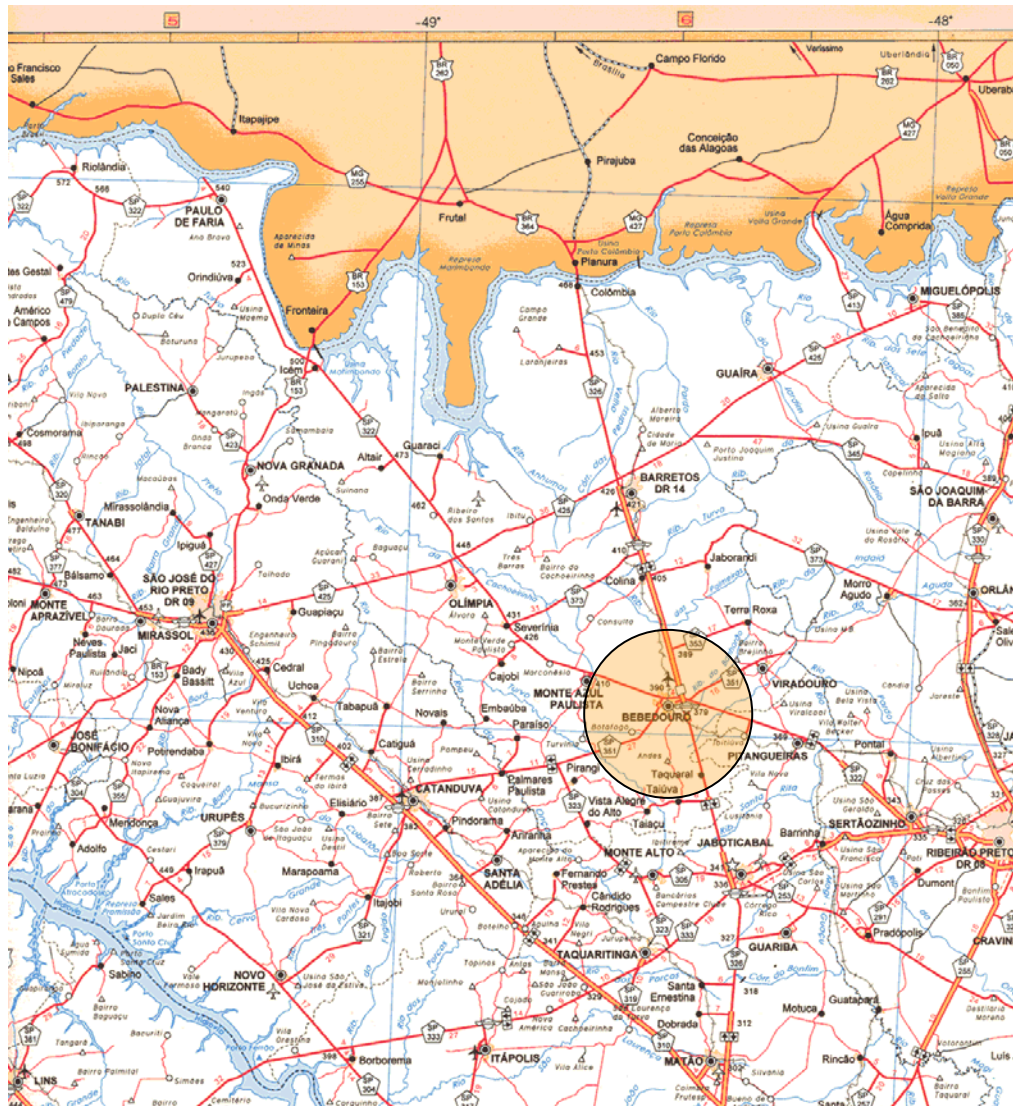


Figura 19: Localização do município de Bebedouro/SP

Fonte: <http://www.der.sp.gov.br/mapa_rodoviário/mostra_mapas.asp?area=C1>

A partir da crise do café (1929/1930), as lavouras de café foram aos poucos cedendo lugar ao plantio de laranjeiras, definindo um novo perfil agrícola para o município que se tornou um dos maiores produtores de laranja do mundo, proporcionando, na década de 80, uma rápida expansão econômica e populacional.

Embora tenham surgido novos conjuntos habitacionais e o comércio experimentado elevadas taxas de crescimento, a infra-estrutura de saneamento ambiental não foi beneficiada pelo desenvolvimento econômico.

Na década de 90 o município enfrentou sérias dificuldades com o declínio comercial da laranja, o que levou ao fechamento de indústrias e estabelecimentos comerciais e elevou a taxa de desemprego.

De acordo com o Censo Demográfico do IBGE, realizado em 2000, a população urbana de Bebedouro era de 69.950 habitantes e a população rural era de 4.847 habitantes totalizando 74.797 habitantes.

O município situa-se geograficamente na região Nordeste do Estado de São Paulo, no Planalto Ocidental, entre os rios Pardo e Turvo, fazendo parte da Região Administrativa de Barretos. A distância entre Bebedouro e a capital do Estado é de 381 km. As coordenadas geográficas do município são dadas pela Latitude Sul: 20° 56' 58" (S) e Longitude Oeste: 48° 28' 45" (W)

O Município de Bebedouro possui três distritos: Andes, localizado a 10 km da sede, com uma população de 159 habitantes; Turvânia, a 21 km da sede, com uma população de 347 habitantes; Botafogo, a 8 km da sede com população de 849 habitantes. A média de moradores por domicílio foi estimada em 3,31 na área urbana e 3,77 na área rural,

O principal acesso à cidade é feito pela Malha Rodoviária Estadual: Rodovia Brigadeiro Faria Lima (SP 326) – Colina ao norte e Jaboticabal ao Sul; Rodovia Armando de Salles Oliveira (SP 322) – Monte Azul Paulista a oeste e Pitangueiras a leste; Rodovia Comendador Pedro Monteleone (SP 351) – Catanduva ao sul. O município é servido

ainda por Malha Ferroviária (somente para transporte de cargas) e Aeroporto Municipal.

Em Bebedouro o abastecimento de água nos domicílios, encontra-se quase universalizado - 99,7% dos domicílios possuem abastecimento de água procedente da rede geral com canalização interna para pelo menos um cômodo. A quase totalidade dos domicílios é servida por rede geral de esgoto. A população atendida pela Estação de Tratamento de Esgotos do Córrego Mandembo (ETE - Mandembo) é de 33% .

3.1.2 Sistema de RSD

A coleta de lixo realizada pelo serviço de limpeza urbana atinge 99,51 % dos domicílios. À época da pesquisa a prefeitura realizava processo licitatório para a terceirização da coleta e transporte dos RSD.

A PREFEITURA MUNICIPAL DE BEBEDOURO (2003, p. 34) estima que, em 2003, a produção total de resíduos sólidos em Bebedouro atingiu 65.738 toneladas distribuídas conforme o quadro 5.

Tipo de resíduo	Quantidade	%
Resíduos de Construção e demolição	46.800	71,2
Resíduos domiciliares e comerciais	14.465	22,0
Resíduos Verdes	3.600	5,5
Resíduos de serviços de saúde	873	1,3

Quadro5. Produção de RS em Bebedouro - SP.

Fonte: Prefeitura Municipal de Bebedouro, 2003

A composição percentual dos resíduos sólidos de origem domiciliar, de acordo com estimativas realizadas para Bebedouro, está apresentada no Quadro 6. A composição

foi baseada em dados levantados no município de Jaboticabal, cujo porte e características da população em muito se assemelham a Bebedouro.

Componentes	t/ano	% Peso
Papel	1.800	12,48
Papelão	450	3,12
Plástico rígido	300	2,10
Plástico filme	563	3,90
Metais ferrosos	8.700	6,00
Embalagens longa vida	115	0,80
Vidro	8.700	6,00
Alumínio	40	0,28
Matéria orgânica putrescível	8.050	55,57
Agregados finos	175	1,20
Outros	1.240	8,55

Quadro 6. Composição dos RSD de Bebedouro.

Fonte: Departamento de Obras da Prefeitura Municipal de Bebedouro, 2003

Com base nas quantidades apresentadas, a taxa de produção de resíduos sólidos de origem domiciliar por habitante por dia, situa-se próxima 0,5 kg. A taxa de produção expressa pela quantidade de resíduos gerada por domicílio é estimada em 1,83 kg/domicilio.

A partir da caracterização estimada para Bebedouro, pode-se concluir que aproximadamente 60% são matéria facilmente biodegradável, 15% são moderadamente biodegradável. Dentre os outros componentes dos resíduos estão parcelas de resíduos de madeira, tecidos e couro, os quais são dificilmente biodegradáveis (cerca de 5%).

A parcela não biodegradável presente nos resíduos é de cerca de 20% . Portanto, estima-se em aproximadamente 80% a massa de resíduos passíveis de transformação pela atividade biológica no interior do aterro sanitário.

3.1.3 Gerenciamento dos RSD

O gerenciamento dos serviços de limpeza pública é realizado diretamente pela Prefeitura de Bebedouro por meio do Departamento Municipal de Obras e Serviços Públicos. O quadro de funcionários da coleta de resíduos domiciliares é composto por 8 motoristas e 24 coletores distribuídos em 7 equipes de coleta.

Para efeito de coleta de resíduos, a área urbana do município foi dividida em 8 setores.

Na região central e nos grandes geradores (supermercados, escolas, repartições públicas e centros comerciais) a coleta é realizada diariamente.

Nos Distritos de Botafogo, Andes e Turvinia, a coleta é realizada duas vezes por semana e nos demais setores a coleta é realizada três vezes por semana, conforme apresentado no Quadro 7.

A coleta dos resíduos domiciliares é realizada com a utilização de quatro caminhões compactadores (tipo prensa). O número de viagens de cada equipe coletora varia com os dias da semana, conforme apresentado no Quadro 8.

Para a operação do aterro sanitário, o Departamento de Obras e Serviços Públicos disponibiliza um trator de esteira em caráter permanente, uma pá-carregadeira e um caminhão basculante em caráter eventual.

A área do aterro sanitário totaliza 388.670 m² e está localizada a 9,0 km do perímetro urbano do município de Bebedouro, às margens da Rodovia Brigadeiro Faria Lima (SP-326) sentido Bebedouro - Barretos, entre o km 387 e o km 388. O acesso à área é feito por estrada de terra que inicia exatamente no marco do km 388 da rodovia Brigadeiro Faria Lima.

SETOR	BAIRROS E DISTRITOS	DIAS DE COLETA
Setor 1	Parque Industrial, Boa Vista, Sumaré, Jardim das Acácias, Centenário, São Paulo, Hércules Hortal, Mutirão (baixo), S. Antônio, V. Paulista (baixo).	Segundas, quartas e sextas
Setor 2	Resid. Bebedouro, Jd. Souza Lima, Pedro Maia, Mutirão (alto), Jd. Tropical (alto), Bom Retiro, Predinhos, Vila Paulista (alto).	Segundas, quartas e sextas
Setor 3	Jd. De Lúcia, Laranjeiras, Santaella, Mutirão (avenidas), Jd. Tropical (baixo), Resid. Furquim, São Carlos.	Segundas, quartas e sextas
Setor 4	Alvorada, Jd. São Fernando, Jd. Parati, Jd. Cláudia 1, Santa Terezinha, Brandão Veras.	Terças, quintas e sábados
Setor 5	Vila Elisabeth, Marajó, Jd. Júlia, Aeroporto, Rassim Dib, Jardim Talarico.	Terças, quintas e sábados
Setor 6	Califórnia, Parque Eldorado, Jd. Do Bosque, Jd. Menino Deus, Jardim Cláudia 2, Jardim Parati 2, Cruzeiro.	Terças, quintas e sábados
Setor 7	Centro e grandes geradores.	Diária
Setor 8	Distritos.	Terças e sextas

Quadro 7. Frequência da coleta por setor no município de Bebedouro.

Fonte: Prefeitura Municipal de Bebedouro – Departamento de Obras e Serviços Públicos (2003)

Dias da Semana	Coleta diurna	Coleta noturna	Total diário
	n.º viagens	n.º viagens	n.º viagens
segunda-feira	7	6	13
terça-feira	7	3	10
quarta-feira	4	3	7
quinta-feira	4	3	7
sexta-feira	4	3	7
sábado	4	3	7
Total de viagens	30	21	51

Quadro 8. Número de viagens realizadas para o aterro sanitário pelos veículos coletores em Bebedouro.

Fonte: Prefeitura Municipal de Bebedouro – Departamento de Obras e Serviços Públicos, 2003

A coordenação de todas as atividades de coleta e disposição final de resíduos fica a cargo de dois encarregados que estão subordinados a um engenheiro do departamento.

A coleta e disposição dos resíduos de serviços de saúde são de responsabilidade do Departamento Municipal de Saúde que disponibiliza para estes serviços um veículo tipo furgão de pequeno porte, um motorista e um coletor. A coleta é realizada diariamente nos estabelecimentos credenciados e indicados pelo Setor de Vigilância Sanitária do município. A disposição final é realizada em valas isoladas unicamente para esta finalidade. As valas especiais encontram-se dentro da área destinada à implantação do aterro sanitário.

A varrição das vias públicas é realizada por pessoas organizadas em frentes de trabalho e por funcionários da Prefeitura. A coleta dos resíduos de varrição é realizada por duas carretas tracionadas por tratores, as quais percorrem a região central da cidade.

Para o transporte dos resíduos de podas e entulhos de construções e demolições, a Prefeitura disponibiliza dois caminhões basculantes e duas pás carregadeiras. O município conta com serviços de caçambas para coleta de entulho e resíduos de limpeza de jardins e quintais, realizados pela prefeitura.

Durante a pesquisa realizada, a Prefeitura Municipal buscava terceirizar os serviços de coleta e disposição final de resíduos e contratar serviços de tratamento de resíduos de serviços de saúde. Atualmente, a região de Bebedouro não conta com sistema de tratamento de resíduos de serviços de saúde.

3.1.4 Da pesquisa de campo

Das avenidas de Bebedouro que contam com a coleta de RSD realizadas na ilha central, a Avenida Pedro Paschoal foi selecionada para a pesquisa por possuir as seguintes características:

- Não possui prédios de apartamentos que geralmente têm sua própria “lixreira”, permitindo que o universo da pesquisa seja o mais fiel possível na expressão de suas opiniões;
- Possui variedade no padrão das residências construídas ao longo de sua extensão, o que torna a pesquisa mais representativa do ponto de vista socioeconômico;
- 95% das lixeiras inicialmente colocadas pela prefeitura municipal ainda permanecem instaladas;
- A avenida não é considerada um corredor comercial, o que significa que o número de estabelecimentos comerciais é pequeno, comparado ao número de residências;

Em 12 de novembro de 2004 foi realizado um levantamento na avenida de todas as residências habitadas e todos os estabelecimentos comerciais existentes e em funcionamento e anotados os números expostos na fachada, referentes ao cadastramento municipal.

Para efeito de identificação, a avenida foi dividida em dois sentidos: norte e sul. Constatou-se, por contagem, a existência de 137 elementos na avenida, distribuídos da seguinte maneira:

Sentido Norte

- 82 residências habitadas
- 5 estabelecimentos comerciais

Sentido Sul

- 41 residências habitadas
- 9 estabelecimentos comerciais

Para efeito desta pesquisa, cada residência ou estabelecimento comercial foi considerado um elemento da população a ser pesquisada. Também foi adotado o método probabilístico de amostragem aleatória simples.



Figura 20. Foto de satélite do traçado da Avenida Pedro Paschoal (em destaque amarelo).

Fonte: Prefeitura Municipal de Bebedouro

TAMANHO DA AMOSTRA

Gil (1995, p. 98) afirma que quando a população a ser pesquisada não supera 100.000 elementos, para efeitos estatísticos pode ser considerada finita, e o tamanho da amostra é calculado através da seguinte expressão:

onde,

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q} \quad (9)$$

n = Tamanho da amostra;

σ = Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão;

p = Percentagem com a qual o fenômeno se verifica;

q = Percentagem complementar;

N = Tamanho da população;

e = erro máximo permitido.

Para a determinação do tamanho da amostra da pesquisa foram adotados os seguintes valores:

- Nível de confiança de 95% (dois desvios), logo $\sigma = 2$;
- 95% de ocorrência do fenômeno; logo $p = 95$ e $q = 5$;
- $N = 137$ elementos;
- Erro máximo permitido $e = 4,5\%$.

Resulta da aplicação dos valores na fórmula proposta por Gil uma amostra de 56 elementos. Adotou-se como tamanho da amostra 61 elementos (10% a mais).

A escolha dos elementos a serem pesquisados foi feita de modo aleatório. Para cada residência ou estabelecimento comercial foi atribuído um número inteiro entre 0 e 137, que representa o número total de elementos da avenida.

Através do programa Excel® foram gerados 61 números aleatórios diferentes e, através dos números cadastrais atribuídos a cada um deles, foram selecionados os elementos a serem pesquisados.

Para a determinação do número de pesquisadores de campo a serem contratados testou-se o tempo de aplicação de 3 questionários, sendo que o tempo médio gasto com os respondentes foi de 11 minutos. Considerando que o pesquisador deveria se deslocar de uma unidade pesquisada a outra, o tempo médio subia para 15 minutos.

Os pesquisadores então foram selecionados e treinados para aplicarem o questionário. Em função do número de questionários a serem aplicados,

Considerando-se este tempo médio de aplicação, foram contratadas 4 (quatro) mulheres entre 18 e 30 anos para aplicar os questionários em um único dia, sendo que 3 delas deveriam aplicar 15 questionários e uma das pesquisadoras aplicaria 16 questionários. Contrataram-se mulheres na tentativa de diminuir ao máximo a rejeição em responder os questionários, tendo em vista que muitas respostas viriam de mulheres donas-de-casa.

A pesquisa foi realizada no dia 15 de agosto de 2005, nos períodos das 9h15min até 10h45min e das 13h30min às 17h00 min. Nenhum respondente foi avisado anteriormente da pesquisa. Os pesquisadores foram orientados, caso não encontrassem o respondente na primeira abordagem, a retornarem ao endereço, quantas vezes fossem necessárias para encontrá-lo.

Cinco endereços precisaram ser visitados três vezes e outros nove endereços precisaram ser visitados duas vezes. Nos demais endereços o respondente foi encontrado na primeira abordagem e se dispôs a atender ao pesquisador.

Um dos respondentes atendeu ao pesquisador, forneceu seus dados pessoais, mas recusou-se a responder o questionário, afirmando que “não colocava lixo na rua”. Os demais responderam ao questionário.

QUESTIONÁRIO

O questionário aplicado visava a conhecer:

- Os hábitos da população pesquisada em relação aos RSD;
- O conhecimento do serviço oferecido pela administração municipal;

- Quais as características ideais do coletor secundário comunitário na opinião dos respondentes;
- Qual a opinião dos respondentes sobre a coleta em locais específicos não obrigatória realizada naquela avenida da cidade;
- A disposição destes residentes em permitir que um coletor secundário comunitário fosse colocado em sua calçada;
- Qual sua disposição em andar uma distância maior se recebesse alguma compensação financeira no pagamento dos tributos municipais;

Foram comparadas nesta pesquisa a coleta em locais específicos e a coleta porta-a-porta. Os itens a serem comparados serão:

- Extensão de roteiros dos dois tipos de coleta em um mesmo setor;
- Tamanho estimado das guarnições e frotas das duas coletas em um mesmo trecho;
- Vantagens e desvantagens na implantação das coletas comparadas;

A comparação dos roteiros de coleta foi realizada em uma cidade virtual que satisfizesse as condições de contorno impostas pelo modelo de apropriação de custos proposto por Aguiar (1993).

Para esta cidade foram consideradas as seguintes premissas:

- Máxima otimização de roteiros;
- A distância máxima, que um residente possa percorrer de sua residência até o ponto de disposição dos RSD, de 50 metros;
- Setor composto de quadras regulares;
- Vias com direção de mão dupla;
- Início e fim da coleta em pontos iguais para os dois roteiros;
- Utilização dos mesmos equipamentos para as duas coletas;
- Igual velocidade de coleta;

- Guarnições idênticas para as duas coletas;
- Guarnições diferenciadas para as duas coletas, em segunda comparação.

Os resultados da pesquisa de opinião da população e da comparação entre as coletas são apresentados no capítulo 4.

O questionário aplicado encontra-se no anexo 1.

Capítulo 4

4. 1 Resultados e discussão da pesquisa de opinião

4.1.1 O serviço municipal de coleta de RSD no setor pesquisado

A prefeitura municipal de Bebedouro faz a coleta de RSD na Avenida Pedro Paschoal em dois turnos, utilizando-se de um caminhão coletor compactador guarnecido de uma tripulação de um motorista e dois coletores. No sentido norte-sul é realizada no período da tarde, por volta das dezessete horas e no sentido oposto, de manhã, até as onze horas.

As lixeiras, em número de 20, foram instaladas na ilha central da Avenida, de largura média igual a 8,00 metros, a uma distância aproximada de 1,00 metro do meio-fio. Uma lixeira foi retirada para ser consertada, segundo os moradores, e não retornou ao local.

A colocação do lixo nas lixeiras não é obrigatória. Cada munícipe dispõe de seus resíduos da maneira que lhe aprouver, colocando-os para serem coletados no chão das calçadas, nas lixeiras próprias, nos muros, árvores, na lixeira da ilha central, etc..

A frequência da coleta é diária, sendo realizada de segunda-feira a sábado.

4.1.2 Perfil dos respondentes

Na pesquisa de opinião realizada, dos 61 respondentes 15 eram do sexo masculino e 46 do sexo feminino. Para a classificação quanto à renda familiar, foi adotado o Critério de Classificação Econômica Brasil, divulgado pela ASSOCIAÇÃO NACIONAL

DAS EMPRESAS DE PESQUISA – ANEP, com base no Levantamento Sócio-Econômico 2000 realizado pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO E PESQUISA – IBOPE.

Dos respondentes homens um terço não declarou renda familiar ou não sabia e os demais declararam tê-la situada nas classes E (20%), D (6,7%), C (20%), B2 (13,3%) e acima (6,7%). As mulheres respondentes declararam possuir renda familiar situadas nas seguintes classes, segundo o mesmo critério: E (8,7%), D (30,4%), C (10,9%), B2 (10,9%) e acima (2,2%). Também, pouco mais de um terço das mulheres não declarou renda familiar ou não sabia responder.

A não declaração de renda de um terço dos respondentes pode indicar que a pergunta foi formulada de forma equivocada. A abstenção de respostas foi alta. Isto sugere que ou os respondentes se sentiram intimidados com a pergunta ou ela foi mal compreendida por mais de 30% dos respondentes.

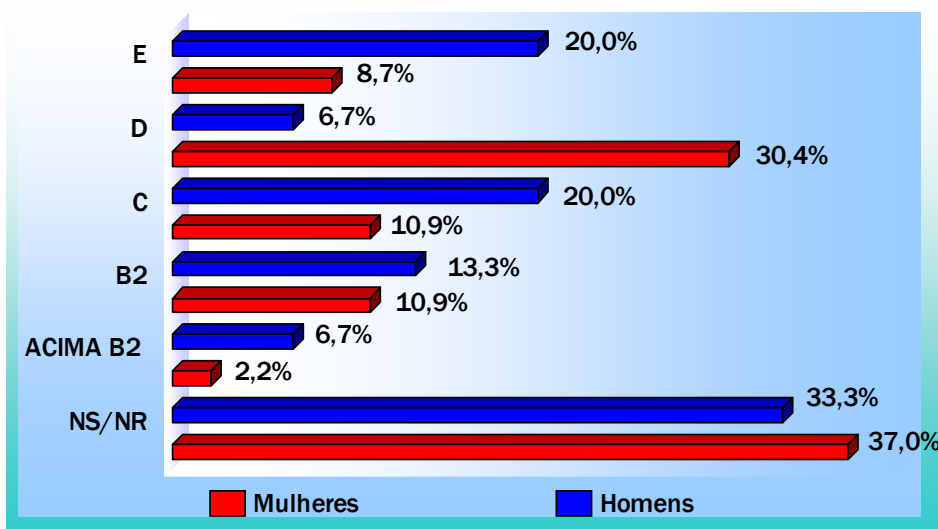


Gráfico 6. Situação da renda familiar dos respondentes homens e mulheres conforme o Critério de Classificação Econômica Brasil

Fonte: Autor

Quanto à idade, os respondentes do sexo masculino declararam pertencer às seguintes faixas (em anos): até 20 (6,7%), de 21 a 30 (0,0%), de 31 a 40 (20,0%), de 41 a 50 (13,3%), de 51 a 60 (20,0%) de 61 a 70 (33,3%) e acima de 70 (2,2%).

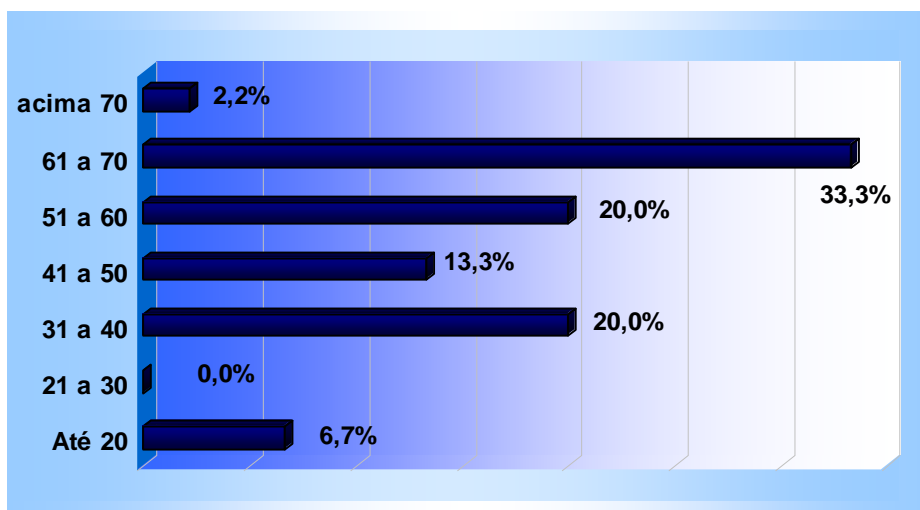


Gráfico 7. Idade declarada dos respondentes do sexo masculino.

Fonte: Autor

Os respondentes do sexo feminino declararam pertencer às seguintes faixas de idade (em anos): até 20 (2,2%), de 21 a 30 (8,7%), de 31 a 40 (10,9%), de 41 a 50 (19,6%), de 51 a 60 (21,7%) de 61 a 70 (17,4%) e acima de 70 (19,6%).

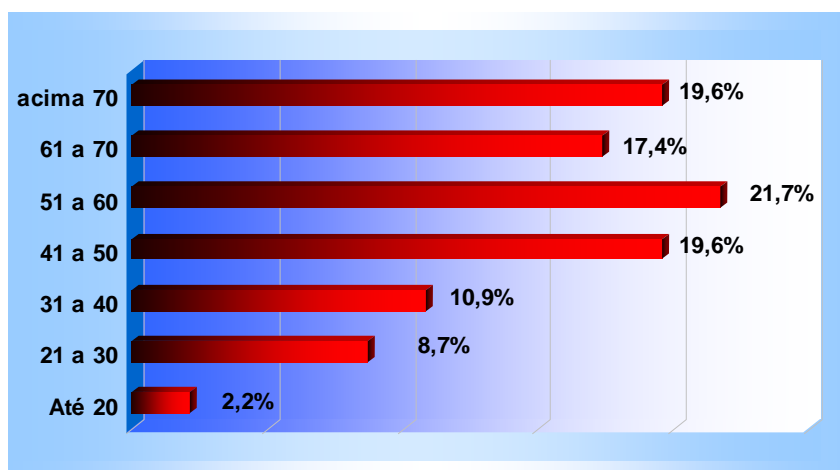


Gráfico 8. Idade dos respondentes do sexo feminino.

Fonte: Autor

Quanto à profissão os respondentes declararam ser a maioria, quase a metade, do lar. Outros se declararam desempregados, aposentados, profissionais liberais, assalariados, funcionários públicos, empresários, dentre outras profissões, conforme o gráfico 9.

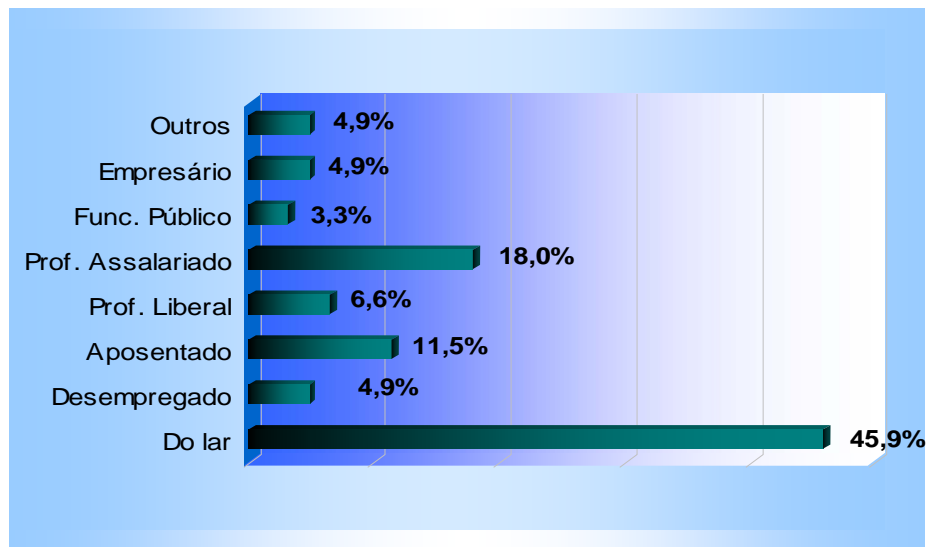


Gráfico 9: Profissão declarada dos respondentes, em percentual de frequência.

Fonte: Autor.

Também quase metade (45,9%) dos respondentes declarou residir em moradias de até 100,00 metros quadrados. Um terço declarou residir em casas cujas áreas variavam de 100 a 200 metros quadrados e apenas 10% em residências de área superior a 250,00 metros quadrados. Sete respondentes não souberam responder à questão formulada.

Neste quesito, quando o respondente declarava a área da residência os pesquisadores foram orientados a não fazer nenhuma avaliação da veracidade da declaração, bastando anotar a resposta dada a ele.

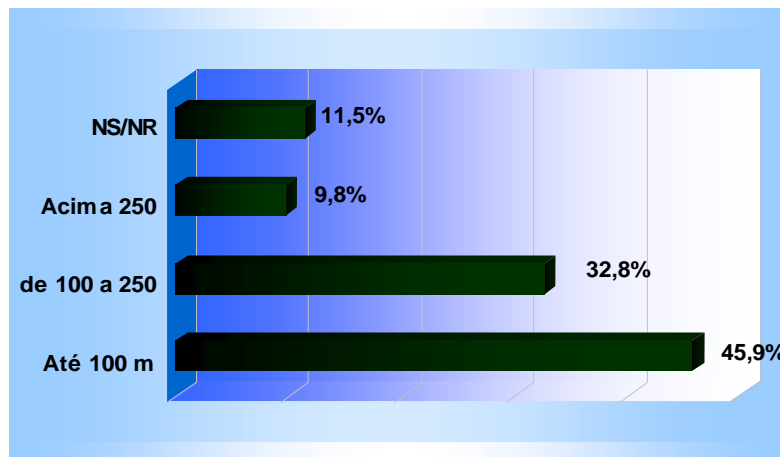


Gráfico 10. Área da residência dos respondentes, em metros quadrados.

Fonte: Autor

Quanto ao número de pessoas que residiam ou atuavam permanentemente nas unidades entrevistadas os respondentes declararam que em 19 delas o número era maior que 5, em 7 delas era de 5, em 18 unidades era de 4, em 12 era de 3 e em 5 unidades era de 2, conforme o gráfico 11.

Segundo declaração dos respondentes, a média de residentes por unidade naquele setor é de 4,3, maior que a média da cidade obtida junto ao IBGE que é de 3,3 hab/residência.

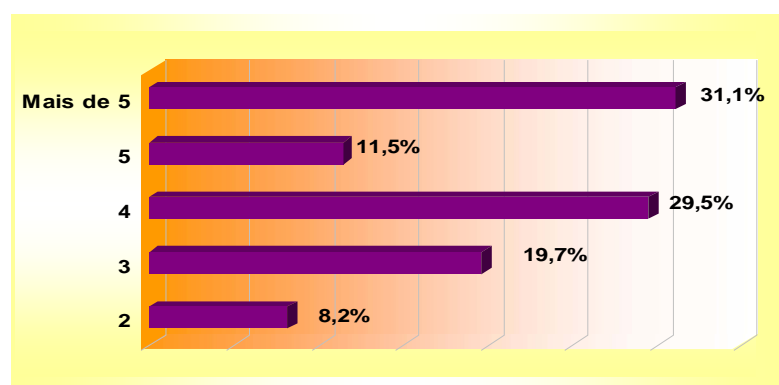


Gráfico 11. Número declarado de pessoas que residem ou atuam permanentemente nas unidades entrevistadas.

Fonte: Autor

Quanto à escolaridade, os respondentes declararam ter cursado o ensino fundamental incompleto (7,0%), o ensino fundamental completo (66,0%) e superior (27%).

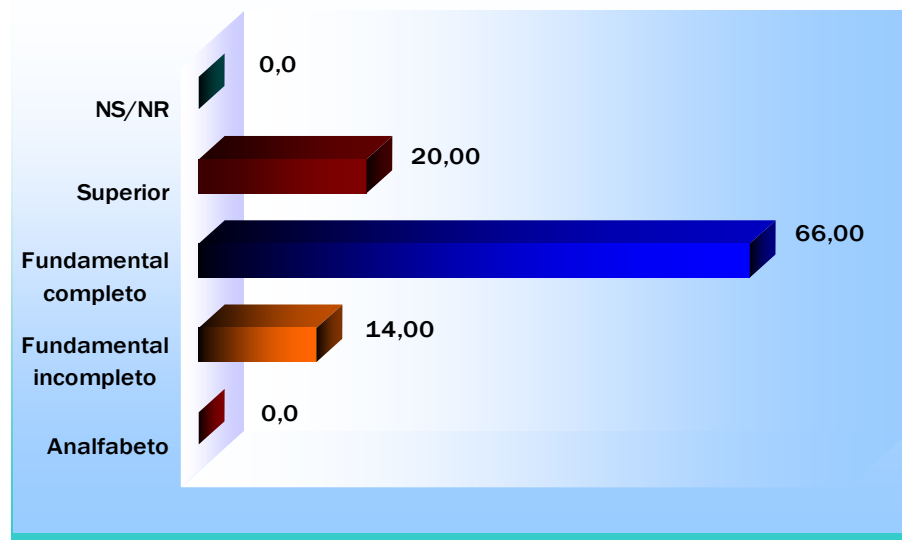


Gráfico 12. Grau de escolaridade dos respondentes.

Fonte: Autor

4.1.3 Respostas às questões da entrevista

Quanto à pergunta 1 – Quem, nesta casa, coloca o lixo na rua para ser coletado pelo caminhão? – dos 61 respondentes, 49 declararam serem eles mesmos quem colocavam o lixo na rua, 3 responderam ser o cônjuge e 3 afirmaram serem outras pessoas (neta, mãe e não declarado). O gráfico 13 mostra o percentual de cada resposta.

Dos 49 que responderam serem eles mesmos quem colocavam o lixo na rua 73,4% eram mulheres, mais da metade residiam em casas de até 100,00 m² e dos que declararam renda familiar (28,5% não declararam ou não sabiam) 55% pertenciam às

classes E, D e C. Dos que declararam ser o empregado o responsável pelo manuseio, nenhum declarou renda familiar.

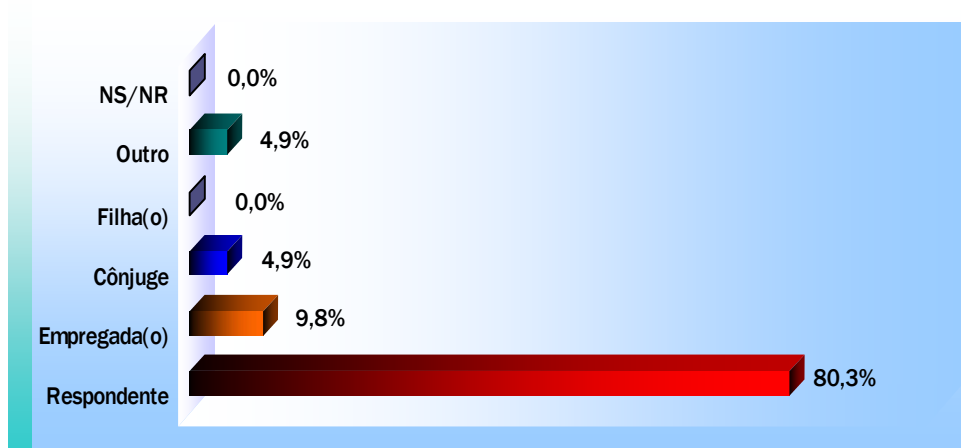


Gráfico 13. Pessoa responsável por colocar o lixo na rua para ser coletado pelo caminhão.

Fonte: Autor

Para estes respondentes, os recipientes primários mais utilizados para embalar os RSD (pergunta 2 – Que recipiente é mais utilizado para embalar o lixo em sua casa?), confirmando o senso comum, são as sacolas plásticas comerciais (72,1%) e, em seguida, os sacos apropriados para lixo (18,0%). É de se supor que os respondentes que utilizam sacos para lixo também se sirvam de sacolas plásticas para embalar pequenas quantidades de RSD e juntando-as, coloquem-nas em sacos maiores, o que elevaria o percentual dos que se utilizam de sacolas plásticas comerciais para cerca de 80% dos respondentes.

Dos respondentes que disseram utilizar-se de sacos plásticos 36% declararam renda nas classes E e D. Parecem respostas incongruentes com a renda, em função do custo dos sacos plásticos para lixo. Mais da metade (54,5%) dos respondentes que disseram utilizar unicamente este recipiente ainda declarou que em suas residências moravam mais de 5 pessoas. É possível que quando responderam utilizar-se de sacos plásticos para embalar o lixo, tivessem querido se referir às sacolas plásticas comerciais.

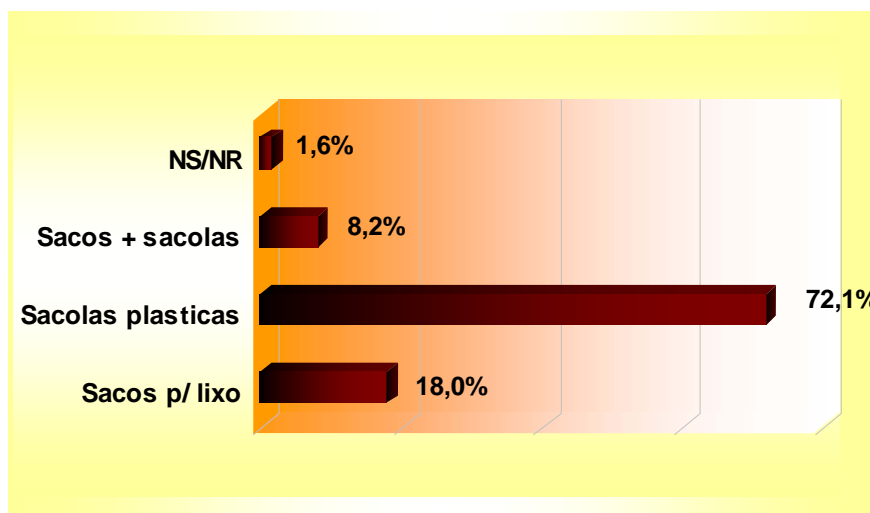


Gráfico 14. Recipientes primários utilizados para disposição dos RSD para coleta.

Fonte: Autor

Dos 44 respondentes que disseram utilizar sacolas plásticas comerciais, 36 eram do sexo feminino e 8 do sexo masculino. Mais da metade deles (52,2%) utilizava a lixeira da ilha central, 20,4% usavam lixeira própria, 9,0% depositavam o lixo no chão da calçada e 15% declararam depositar em outro local não especificado.

Quanto à pergunta 3 – Onde o (a) Sr. (a) armazena o lixo doméstico antes de colocá-lo na rua para ser coletado? – 1,6% disseram não armazenar, 31,1% declararam armazenar em cestos plásticos, 24,6% disseram que mantinham o lixo na lixeira interna da casa. Outros 16,1% disseram que mantinham o lixo no quintal até ser levado para a coleta. Quase 25% declararam armazenar em outro local.

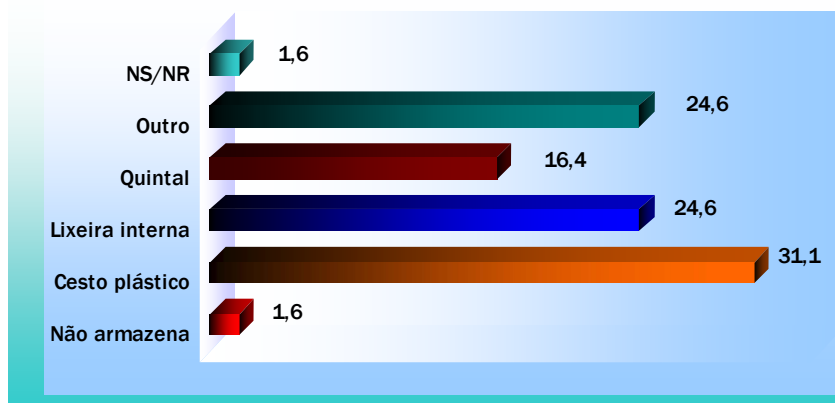


Gráfico 15. Local onde os residentes armazenam os RSD antes da coleta.

Fonte: Autor

A pergunta 4 – Na sua casa há algum tipo de separação para a reciclagem de lixo? – justifica-se no questionário uma vez que a prefeitura desenvolvia um programa de coleta seletiva para reciclagem, tendo sido criada uma cooperativa de catadores denominada Cooperluxo que, à época da pesquisa encontrava-se desativada.

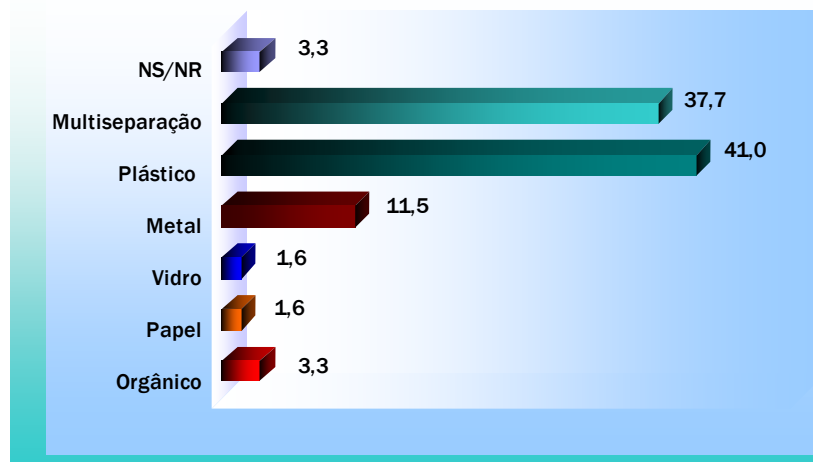


Gráfico 16. Materiais separados na embalagem do lixo.

Fonte: Autor

Durante as visitas a campo para desenvolvimento da pesquisa foi possível identificar catadores agindo nas lixeiras da ilha central da Avenida Pedro Paschoal, Raul Furquim

A pergunta 5 – Quanto tempo antes de o caminhão coletor passar o lixo é colocado na rua para ser coletado? – procurou identificar se a hipótese do tempo antecedente era confirmada e verificou-se que mais da metade dos residentes colocava o lixo para ser coletado com até duas horas de antecedência. O gráfico 17 mostra a frequência das respostas dadas neste quesito.

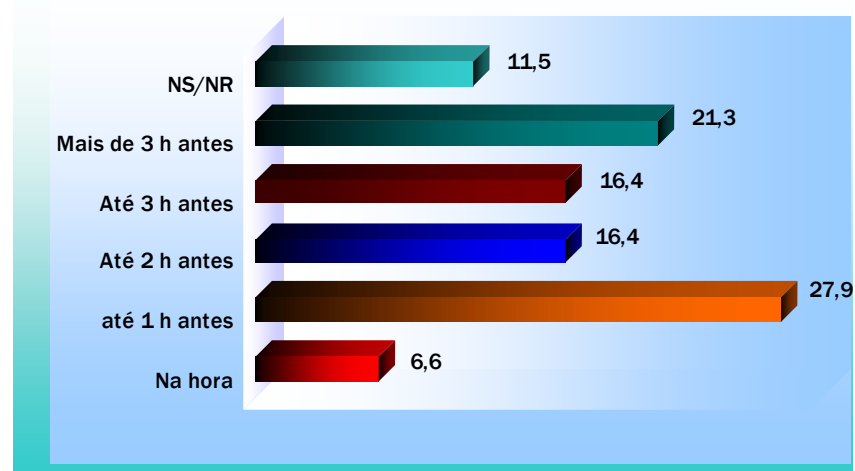


Gráfico 17. Período anterior à coleta em que o lixo é colocado na rua pelos residentes para ser coletado.

Fonte: Autor

Estes residentes estão distribuídos quanto à renda familiar conforme mostra a tabela 2.

		Renda familiar mensal						Total
		E	D	C	B2	Acima B2	NS/NR	
Tempo anterior À coleta	Na hora	0	1	0	1	0	2	4
	Até 1 h antes	1	2	2	2	1	9	17
	Até 2 h antes	2	4	2	1	0	1	10
	Até 3 h antes	0	4	2	1	0	3	10
	Mais de 3 h antes	3	3	1	2	1	3	13
	NS/NR	1	1	1	0	0	4	7
Total		7	15	8	7	2	22	61

Tabela 2. Renda familiar x tempo de disposição dos RSD anterior à coleta

Fonte: Autor

Quanto à idade, os respondentes estão distribuídos conforme a tabela 3.

		Idade do respondente						Total	
		Até 20	20 a 30	30 a 40	40 a 50	50 a 60	60 a 70		Mais de 70
Tempo anterior à coleta	Na hora	1	1	0	1	0	0	1	4
	até 1 h antes	0	1	4	3	5	3	1	17
	Até 2 h antes	0	1	0	0	3	5	1	10
	Até 3 h antes	0	1	1	3	2	0	3	10
	Mais de 3 h antes	0	0	3	1	2	4	3	13
	NS/NR	1	0	0	3	1	1	1	7
Total		2	4	8	11	13	13	10	61

Tabela 3. Idade dos respondentes x tempo de disposição dos RSD anterior à coleta

Fonte: Autor

As perguntas 6 – Qual é a frequência semanal da coleta do lixo em sua casa? – e 7 – Qual o horário da coleta do lixo em sua casa? – visaram obter informações sobre o envolvimento da população no serviço de coleta oferecido pela prefeitura. A frequência da coleta é diária na Avenida Pedro Paschoal. No sentido norte-sul é realizada no período da tarde, por volta das dezessete horas e no sentido sul-norte de manhã até as onze horas.

As respostas revelaram que 75% das pessoas entrevistadas responderam corretamente sobre a frequência da coleta. Quase 10% responderam ser de 3 vezes por semana e cerca de 7% responderam ser de 2 vezes por semana. O gráfico 18 mostra a frequência das respostas.



Gráfico 18. Frequência declarada da coleta do lixo na Av. Pedro Paschoal.

Fonte: Autor

Quanto ao horário da coleta quase o mesmo percentual foi obtido de respostas corretas (82%). Os demais 18% declararam respostas incorretas, como mostra o gráfico 19.

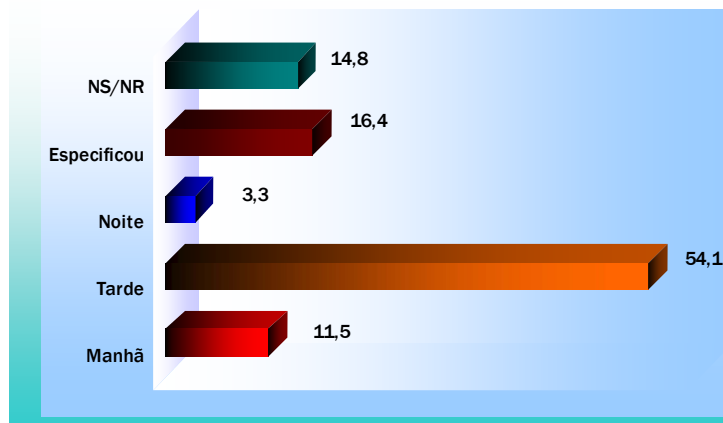


Gráfico 19. Horário declarado de coleta do lixo

Fonte: Autor

Os resultados das perguntas 6 e 7 mostram que mais de 75% da população acham-se envolvidos com os serviços de coleta dos RSD.

A pergunta 8 - Onde é colocado o lixo para ser coletado pelo caminhão? - quis identificar, de forma espontânea, se a população utilizava intensamente as lixeiras da ilha central. As respostas apontaram um equilíbrio entre o uso das referidas lixeiras e outros locais de disposição para coleta, conforme mostra o gráfico 20.

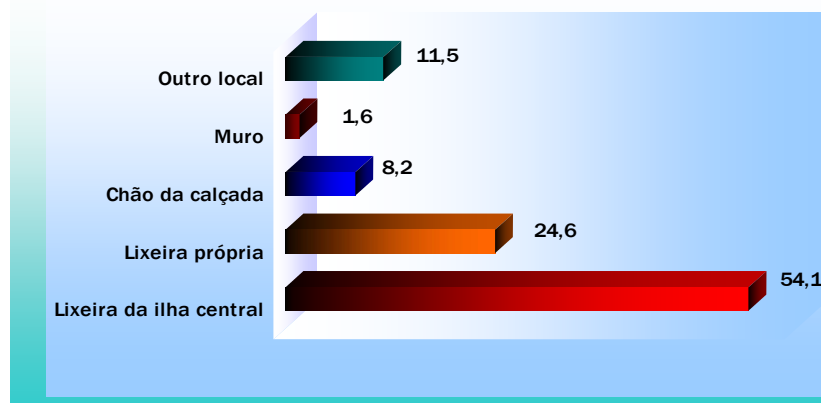


Gráfico 20. Local declarado de uso para disposição do lixo para ser coletado.

Fonte: Autor

Durante a pesquisa foi possível observar esta diversidade de procedimentos, registrados nas fotos da figura 22. Os outros locais mencionados na pergunta 9 referiam-se, por exemplo, ao chão da ilha central, conforme mostra também a figura 22. Neste caso, um dos respondentes reclamava que a prefeitura municipal havia retirado a lixeira defronte sua residência e ainda não havia repostado outra. A colocação do lixo no chão permitia a ação dos animais e o conseqüente espalhamento do material acondicionado.

Também eram colocados no chão da ilha outros materiais inadequados como resíduos sólidos volumosos, resíduos sólidos verdes e materiais perfuro-cortantes.



Figura 22. Disposição inadequada do lixo na Av. Pedro Paschoal.

Fonte: Autor

A par do uso das lixeiras da ilha central era necessário conhecer como a população pesquisada avaliava a coleta e a própria lixeira. A pergunta 9 – Como o (a) Sr. (a)

considera a coleta de lixo nas ilhas centrais da avenida? – ofereceu como opção de resposta uma escala que variava de péssima a ótima e as respostas sobre a avaliação da coleta foram declaradas conforme o gráfico 21.

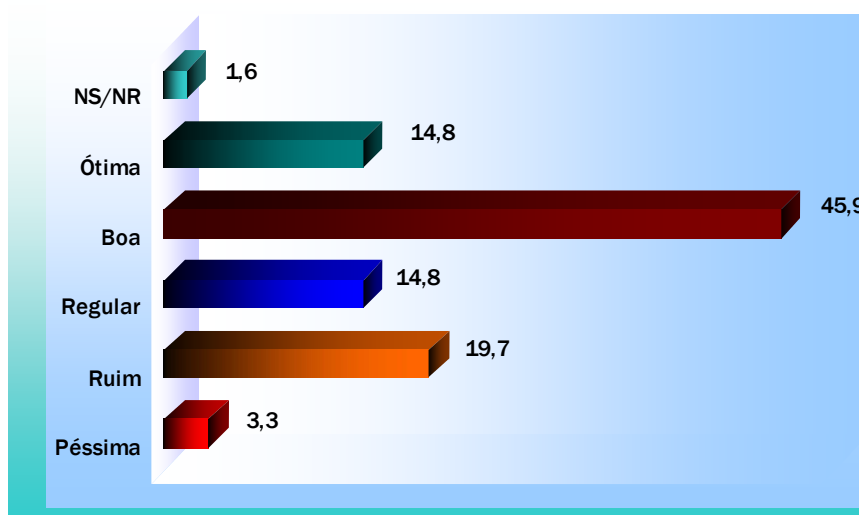


Gráfico 21. Percepção da coleta na ilha central da Avenida Pedro Paschoal

Fonte: Autor

Somando-se as respostas favoráveis (regular, boa e ótima) obtém-se 75,5% , o que revela que a maior parte da população é favorável a depositar o lixo para ser coletado na lixeira da ilha central.

Sobre as lixeiras especificamente foi perguntado (pergunta 10) se o respondente considerava a lixeira da ilha central adequada para dispor o lixo, oferecendo somente duas alternativas para resposta: sim ou não. Isto porque a pergunta 11 buscava entender o que pensava o respondente sobre a lixeira (Por quê?).

As respostas evidenciam que parte (quase 1/3) dos respondentes que consideraram adequada a coleta de lixo na ilha central avalia mal as lixeiras. Mesmo assim, mais da metade dos respondentes considerou adequada a lixeira da ilha central, como mostra o gráfico 22.

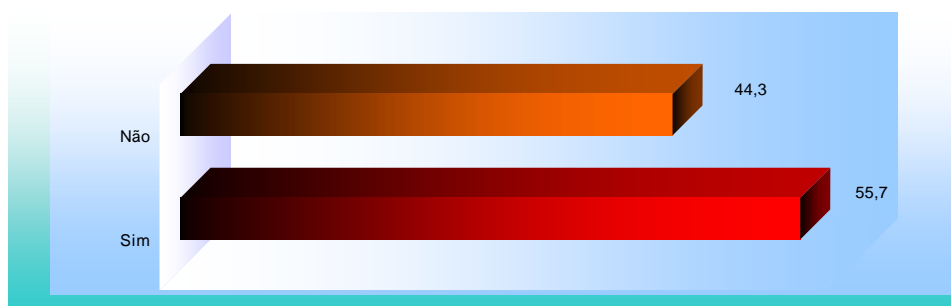


Gráfico 22. Avaliação da adequação da lixeira na ilha central da Av. Pedro Paschoal

Fonte: autor

Sobre os motivos que levaram os respondentes a tais respostas foi possível identificar um grupo de afirmações positivas e outro de afirmações negativas. Em algumas afirmações é possível identificar que o que para uma pessoa é bom, para outra é ruim, conforme mostra o quadro 9.

Afirmações positivas	Afirmações negativas
Tão boa que deveria ter mais	Fede muito
Não fica na calçada da casa	Fica longe de casa
Cabe bastante lixo	Muitas pessoas mexem no lixo
Todos colocam o lixo	Todos colocam o lixo
Todo o lixo fica num só lugar	Falta separação do lixo
É higiênica, limpa	Catadores reviram o lixo
Cachorro não mexe	Cachorro mexe
É necessária na rua e facilita	É feia, ridícula, baixa
Não deixa lixo no chão	O lixo cai da lixeira

Quadro 9. Afirmações sobre a lixeira da ilha central da Av. Pedro Paschoal

Fonte: Autor

Algumas afirmativas positivas feitas pelos respondentes não correspondem aos fatos verificados no local. Foram observadas todas as lixeiras da avenida e, sem exceção, todas apresentavam lixo espalhado no chão ao redor e abaixo da lixeira, conforme demonstra a figura 23. O espalhamento deve-se à ação dos catadores, dos animais e do mau acondicionamento dos RSD, além de os fundos das lixeiras estarem em mau estado.



Figura 23. Lixo espalhado ao redor da lixeira na Av. Pedro Paschoal

Fonte: Autor

A lixeira da ilha central é constituída de um cesto de tela metálica em formato aproximado de tronco de cone, apoiada sobre duas colunas metálicas fixadas em bases de concreto. A parte aparente das bases é de 20x20x20 cm. O cesto em vista, na parte superior, é constituído de um retângulo de 80x120 cm unido a semi-círculos, um em cada extremidade, de raio 40 cm. Na parte inferior, o retângulo mede 50x120 cm e é unido a semi-círculos de raio igual a 25 cm. A figura 24, , ilustra a descrição.

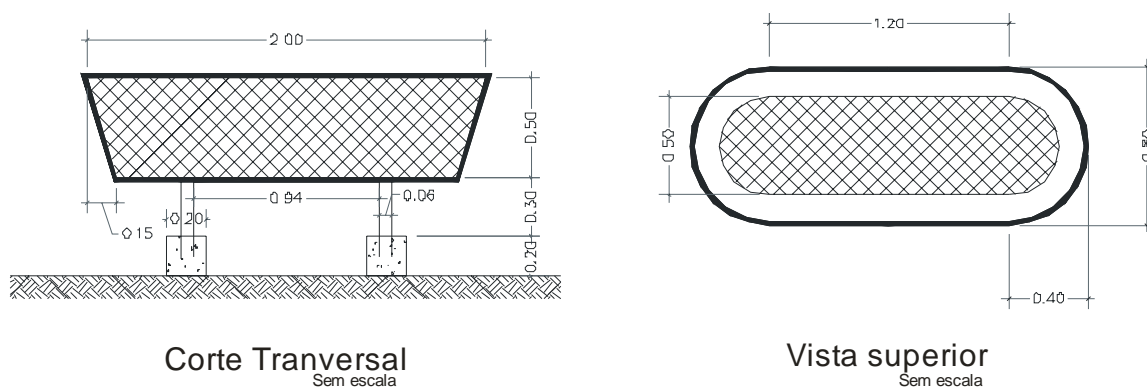


Figura 17. Lixeira-tipo instalada na Avenida Pedro Paschoal, em Bebedouro-SP.

Fonte: Autor

Durante a pesquisa uma das pesquisadoras presenciou um cavalo remexer as embalagens e derrubar o lixo da lixeira central. A ação dos animais na lixeira ocorre porque ela é aberta e baixa. A figura 25 mostra uma residente do setor depositando o

lixo numa das lixeiras da avenida. É de notar que com a pequena altura da lixeira a residente inclina-se levemente para baixo para poder depositar sua embalagem.



Figura 25. Residente depositando sua embalagem na lixeira

Fonte: Autor

Na figura 26, o catador também se inclina para baixo, em direção à lixeira para poder apanhar os recicláveis, evidenciando sua pequena altura.

Outra resposta ambígua é a de que **todos** colocam o lixo nas lixeiras. Para alguns respondentes o fato de os vizinhos poderem colocar o lixo num só lugar, torna a rua mais agradável, sem sujeira, principalmente suas calçadas. Investigando mais a fundo o descontentamento de outros respondentes que manifestaram ser esta uma atitude negativa, foi possível identificar que pessoas não residentes na Avenida Pedro Paschoal traziam o lixo de suas casas para ser depositado nas lixeiras.



Figura 26. Catador apanhando recicláveis na lixeira da Av. Raul Furquim

Fonte: Autor

Cerca de 20% dos respondentes que não achavam adequada a lixeira disseram que ela era feia, suja. Nenhuma manifestação elogiosa quanto à beleza das lixeiras foi feita pelos que responderam serem elas adequadas.

Quanto à pergunta 12 – Quantos metros o (a) Sr. (a) anda, da casa até a lixeira, para depositar o lixo para ser coletado? – os respondentes ficavam à vontade para responder, avaliando de *per si* a distância entre sua casa e a lixeira, sem a interferência das entrevistadoras. Isto se justificava pelo fato de que a pergunta seguinte seria respondida nos mesmos parâmetros referenciais.

O gráfico 23 mostra a frequência das respostas dadas em relação à pergunta 12.

Quase $\frac{3}{4}$ acreditam andar menos de 10 metros entre sua casa e a lixeira. Considerando que a pista de rolamento tem 7,00 metros e a calçada 3,00 metros, os residentes andam mais que os dez metros declarados.

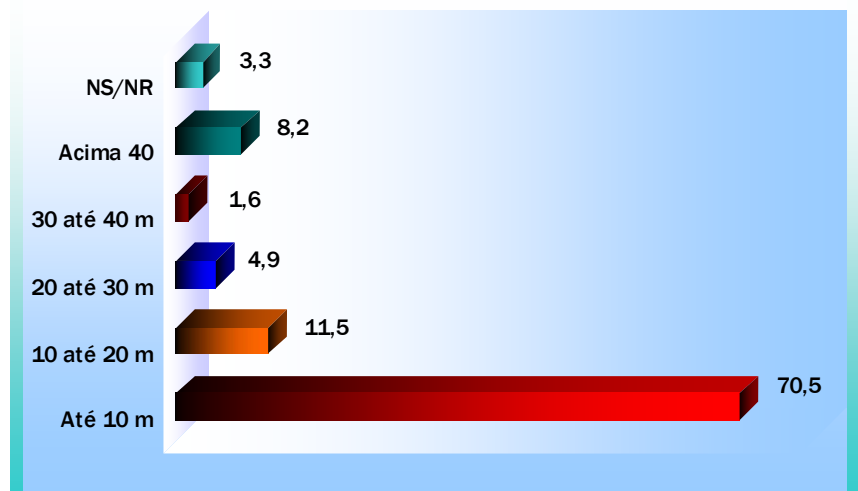


Gráfico 23. Distância percorrida entre a residência e a lixeira, declarada pelos residentes.

Fonte: Autor

A pergunta 13 – Se o (a) Sr. (a) recebesse desconto no pagamento de tributos municipais, até quantos metros o (a) Sr. (a) se disporia a andar para depositar o lixo de sua residência para ser coletado, supunha uma situação que instigava o respondente a pensar em benefícios materializados que, neste caso, seriam financeiros. O gráfico 24 mostra as freqüências das respostas dadas.

Dos respondentes que se dispunham andar até 10 metros foi possível identificar a intenção de modificação das atitudes mediante a declaração mostrada no gráfico 25. Pouco mais de 20,0% não se dispôs a modificar seus hábitos em relação à colocação do lixo nas lixeiras. Um quarto dos entrevistados não soube responder ou não declarou sua resposta. Mais da metade da amostra declarou que andaria mais da sua casa à lixeira se recebesse algum desconto nos tributos municipais que pagava.

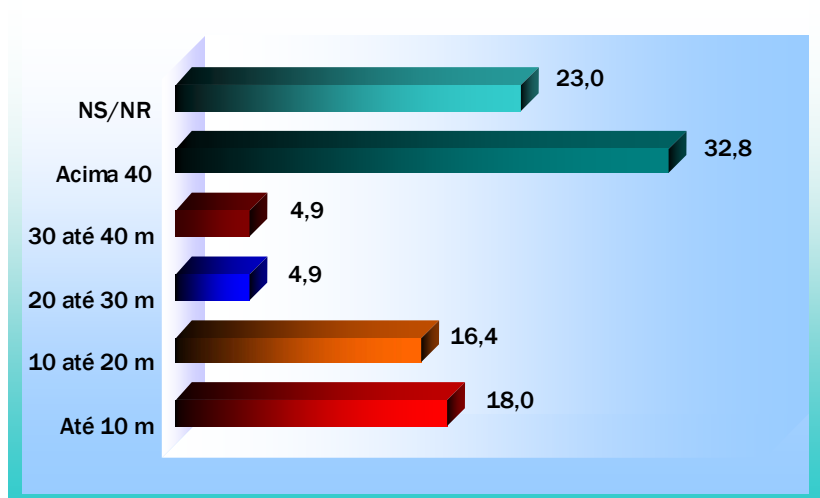


Gráfico 24. Quanto os respondentes estariam dispostos a andar se tivessem benefício financeiro

Fonte: Autor

Dos respondentes que declararam poder andar mais que os 10,0 metros que andavam, 40,0% se dispuseram a andar uma distância quatro vezes maior com o incentivo.

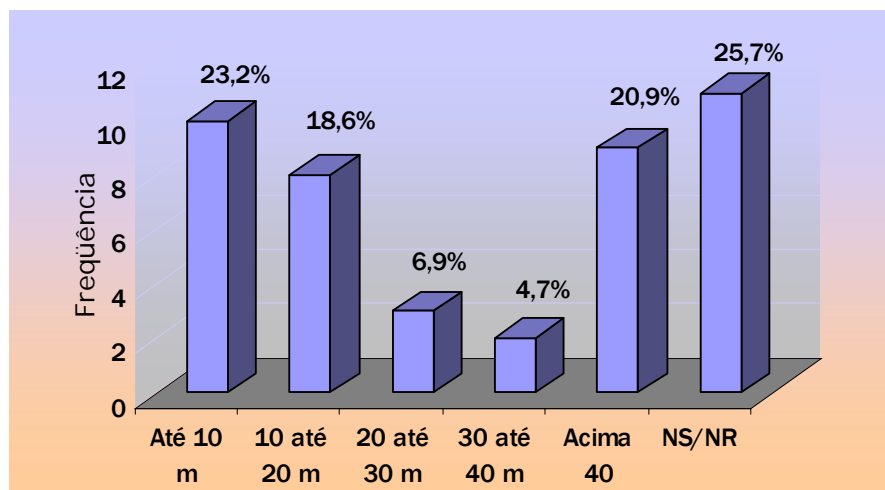


Gráfico 25. Distância declarada a ser percorrida (pelos respondentes que disseram andar 10,0 m) caso houvesse desconto nos tributos municipais

Fonte: autor

Quanto aos respondentes que avaliaram andar mais de 10,0 metros de sua casa até a lixeira, todos declararam que andariam mais de 40,0 metros até a lixeira caso houvesse desconto nos tributos municipais.

Dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o desconto nos tributos municipais é fator de indução a uma modificação do comportamento dos respondentes quanto à distância a ser percorrida para a disposição de seus RSD.

Outro objetivo a ser alcançado pela pesquisa era conhecer o que os respondentes idealizavam quanto a uma lixeira coletiva e se eles estavam dispostos a permitir que nas calçadas de suas residências fosse instalada uma lixeira coletiva. No meio acadêmico, quando o assunto são os resíduos sólidos e a solução dos problemas gerados por eles, é conhecida a expressão que revela o senso comum: não no meu quintal e nem com o meu dinheiro.

A pergunta 14 – Em sua opinião como deve ser uma lixeira coletiva, onde todos os moradores possam colocar seu lixo? – tentou saber quais as características mais valorizadas pela população em relação à lixeira coletiva. As respostas evidenciaram a necessidade de se criar equipamentos públicos para esta finalidade que sejam fechados e higiênicos (considerando as respostas higiênica, fechada e outro chega-se a 67,1% das respostas), que contemplem a coleta seletiva e sejam dimensionados de acordo com a produção de RSD da área onde se deseja implanta-los.

O gráfico 26 mostra a frequência com que foram citadas as características da lixeira ideal dos respondentes.

Nas características acima aparece a declaração igual a da foto. Tal declaração foi incluída a pedido de dois dos respondentes que após serem solicitados a responder à

pergunta 15, declararam ser a lixeira apresentada o modelo de lixeira que idealizavam.

A pergunta 15 - Se a lixeira para coleta de lixo de seus moradores fosse igual à desta foto o (a) Sr. (a) aceitaria a permanência dele em sua calçada? A foto apresentada referia-se a uma lixeira semi-enterrada utilizada pela COMLURB no Rio de Janeiro/RJ e disponível no *site* <<http://www.sopsa.pt/molok4.html>>, conforme mostra a figura 27.

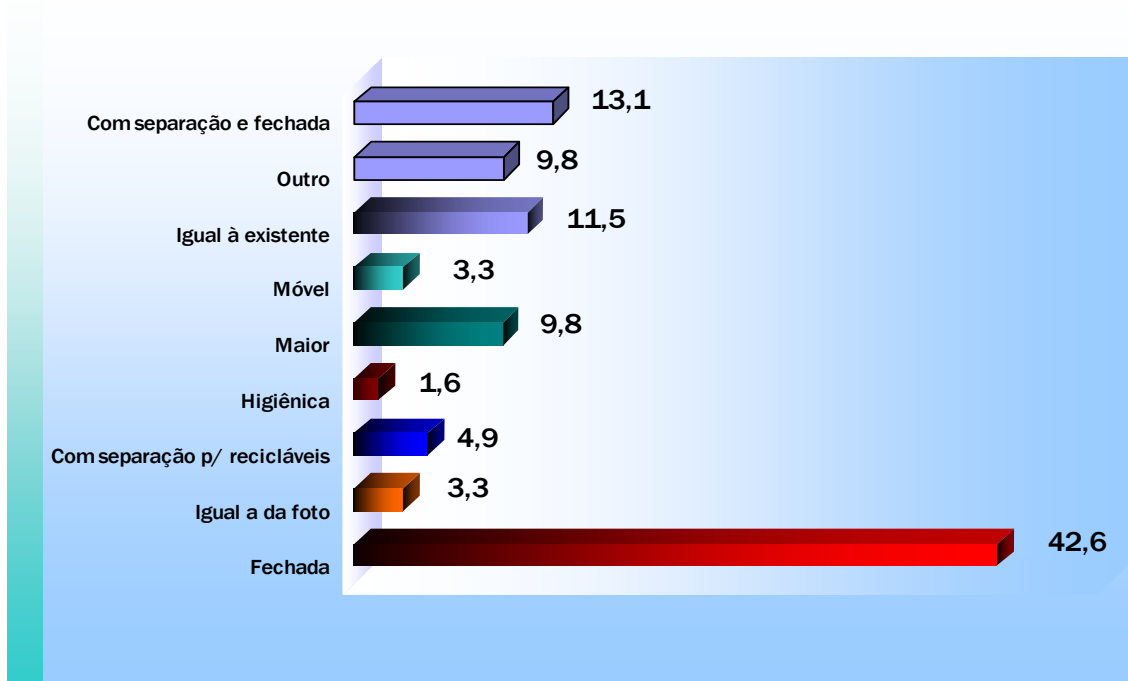


Gráfico 26. Características da lixeira ideal dos respondentes da pesquisa.

Fonte: Autor

As respostas obtidas através da estimulação são apresentadas no gráfico 27. Três opções de resposta foram dadas aos entrevistados: sim, não e talvez. Nesta questão, as entrevistadoras foram orientadas a anotar se o entrevistado desejou saber mais a respeito da lixeira. Dos que responderam sim, 85% solicitaram mais informações e a eles era informado somente o seguinte, através de cartão:

- Lixeira semi-enterrada;
- Tampada;
- Não exala mau cheiro.



Figura 26. Lixeira apresentada aos respondentes na pergunta estimulada

Fonte: <<http://www.sopsa.pt/molok4.html>> acesso em 17/08/2005

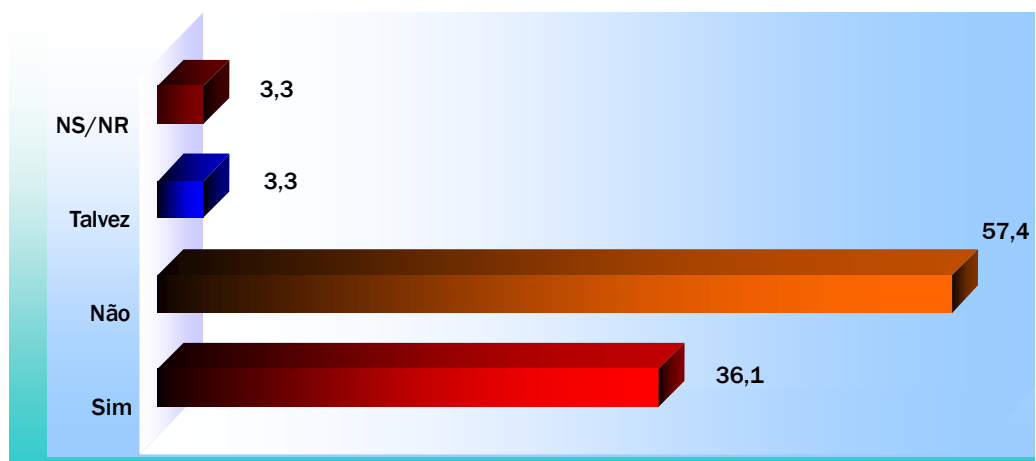


Gráfico 27. Aceitação da permanência da lixeira na própria calçada.

Fonte: Autor

Dos entrevistados que disseram não à questão, nenhum quis saber outros detalhes da lixeira coletiva.

Capítulo 5

5.1 Conclusões e Recomendações

A comparação entre coletas mostrou que a coleta em pontos específicos pode ter custos reduzidos de 10 a 30% em relação à coleta porta-a-porta, para a simulação efetuada, corroborando a opinião da literatura revisada.

Quanto à pesquisa realizada no setor que contém a Avenida Pedro Paschoal, os resultados permitem concluir que mais de 75% dos respondentes acham-se envolvidos e conhecem os serviços de coleta dos RSD e a maioria aprova o modo como se dispõe e se coleta o lixo.

Os pesquisados de menor renda (pertencentes às classes E, D e C) declararam serem eles mesmos ou uma pessoa da família quem embalava o lixo e o colocava na rua para ser coletado, o que já era esperado, vez que estes respondentes não possuem, na sua maioria, serviços.

A sacola plástica comercial tornou-se uma alternativa econômica na disposição dos RSD e, por ser gratuita e de fácil aquisição, tem sido utilizada por todas as classes sociais, segundo a pesquisa. Quando não é utilizada para ser recolhida diretamente da lixeira, vai embalada em outro saco plástico apropriado para lixo.

Fica evidente na pesquisa que a população deseja livrar-se o mais rápido possível dos RSD produzidos, colocando-os para fora de sua residência com muita antecedência à coleta (quase 40% colocam com 3 horas de antecedência ou mais). Esta atitude mental é percebida na aprovação da coleta realizada na ilha central, da lixeira da ilha central, apesar de a mesma ser completamente diferente da idealizada pelos respondentes.

Reafirmando esta tendência está a resposta negativa da permanência de uma lixeira coletiva na calçada da residência de quase 60% dos respondentes.

Mas a parte da pesquisa que revelou uma possibilidade de mudança desta atitude foi a parcela de 40% dos respondentes que afirmaram permitir uma lixeira coletiva nas calçadas de suas residências, desde que elas se aproximassem daquela idealizada por eles. Segundo este dado é possível ao poder público, mediante processo de conscientização e educação ambiental sério e bem formulado, modificar a configuração dos serviços de coleta dos RSD.

A lixeira ideal para os residentes do setor pesquisado apresenta as seguintes características principais:

- a) Deve ser fechada, higiênica e com separação para recicláveis;
- b) Deve ser grande o suficiente para que caiba todo o lixo dos residentes;

Outra questão relevante respondida pela pesquisa é a que afirma que a população “troca” certo sacrifício de sua parte (no caso andar uma distância maior para dispor do lixo) por um benefício concedido pelo poder público (desconto nos tributos municipais).

Recomenda-se a continuidade dos estudos iniciados com a pesquisa abordando-se aspectos que se mostraram importantes tais como:

- Qual desenho urbanístico e quais características devem prevalecer nos projetos de parcelamento e uso do solo que contemplem a coleta em pontos específicos?
- Que modelo de lixeira coletiva deve ser utilizado na coleta em pontos específicos e qual a distância ideal entre estes pontos?
- Para quais municípios e com que características, a coleta em pontos específicos pode ser indicada?

- Quais os problemas decorrentes do uso indiscriminado das sacolas plásticas na vida útil dos aterros sanitários e como modificar o hábito de embalagem dos RSD dos geradores?

Nos países desenvolvidos taxa-se a coleta de acordo com a produção (*pay-as-you-through*) para que haja redução na fonte (USEPA, 1995, 1999, 1999a). No Brasil o processo de mudança poderia ser iniciado com o desconto na cobrança pelo serviço prestado, caso o poder público também reduzisse seus custos na prestação dos serviços, através da mudança da coleta porta-a-porta para a coleta em locais de entrega obrigatória.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGENDA 21: resumo. Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992.

AGUIAR, E. M.; NOVAES, A. G. N. Um modelo para avaliação de sistemas de coleta e transporte de resíduos sólidos domiciliares para cidades de pequeno e médio porte. São Paulo, EPUSP, 1993, 20 p. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, Departamento de Engenharia de Transportes, Bt/Ptr/07. EP/USP EESC/USP 0222

AGUIAR, A.; PHILIPPI JR., A. Custos da coleta seletiva: critérios de apuração e viabilidade dos programas. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVII, 2000, Porto Alegre, **Anais...**, Porto Alegre, ABES/AIDIS, 2000, CD-ROM.

ALVES FILHO, F. País sujo. **Isto é**, Rio de Janeiro, n. 1696. 03/04/2002, p. 74-78.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, São Paulo, 2004, 83 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos – classificação**: NBR 10004. São Paulo, 1987, 67 p.

----- **Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia**: NBR 12980. Rio de Janeiro, 1993, 67 p.

BARROS, R. T. V. et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental**, v. 2 – Saneamento, Belo Horizonte, EE/UFMG, 1995, 221 p.

BARROS, A. J. P; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia** – um guia para a iniciação científica. São Paulo, Mc Graw–Hill, 1986, 132 p.

BHAT, V. N., A model for the optimal allocation of trucks for solid waste management, **Waste management & research**, v. 14, 1996, p. 87–96.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos, EESC/USP, 1999, 240 p.

BIDONE, F. R. A. (Org.). **Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, ABES, 1999, 65 p.

----- **Reaproveitamento de materiais provenientes de coletas especiais**. Rio de Janeiro, ABES, 2001, 240 p.

BOYD, H. W; WESTFALL, R. **Pesquisa mercadológica** – textos e casos. Rio de Janeiro: FGV, 1973, 803 p.

BRASIL. Lei n.º 6938/81. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, DF: Senado Federal, 1981.

----- **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

----- Lei n.º 8666 de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, DF: Senado Federal, 1993.

BRITO, J. C. X. Coleta de lixo em comunidades de baixa renda: a nova experiência da COMLURB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 22, 2003, Joinville.

Anais... Brasília: ABES, 2003 – CD-ROM

CASTILHOS JÚNIOR. A. B; MACHADO, G. E. Análise comparativa de custos de coleta.

Saneamento Ambiental, São Paulo, n. 37, p. 40–44, jun. 1997.

CHANG, N; LU, H.Y.; WEY, Y.L. GIS technology for vehicle routing and scheduling in solid waste collection systems. **Journal of Environmental Engineering**, set/1997, v. 123, n. 9, p. 901–910.

CGM Contêineres. Disponível em <<http://www.cgmcon.com.br/sistemas.html>>. Acesso em 25.11.2003.

CITEC Meio Ambiente Ltda. Disponível em <<http://www.citec.com.br>>. Acesso em 25.11.2003.

CHOE, C. An Economic Analysis of Household Waste Management, **Journal of Environmental Economics and Management**, 1999, n. 38, p. 234–246.

DEMO, P. **Pesquisa: Princípio científico e educativo**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2001 (Biblioteca da Educação. Série 1 – Escola; v. 14) 120 p.

EVERETT, J. W.; SHAHI, S. Vehicle and labor requirements for yard waste collection. **Waste management & research**. v. 15, 1997, p. 627–640.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Como destinar os resíduos sólidos urbanos**. ed. especial, Belo Horizonte, [s.d.], 47 p.

FEHR, M; CALÇADO, M. de R. A coleta diferenciada do lixo domiciliar funciona.

Saneamento Ambiental, São Paulo, n. 66, p. 24–28, jun. 2000.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília, [S.d.], 373 p.

FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA – CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. ed. especial, São Paulo, 1999, 400 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 1994, 207 p.

GRACIOLLI, O. D. **Otimização de roteiros de veículos coletores de resíduos sólidos em serviços de saúde**. 1994, 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC

GUERMANDI, K. F.; MORAES, L. R. S. Influência da topografia e do sistema viário na coleta de resíduos sólidos domiciliares em áreas com diferentes padrões de renda: estudo em Salvador, Bahia, Brasil . s. ed., s.d.

GÜNTHER, W. M. R. **Saúde ambiental comprometida pelos resíduos sólidos**. In: Resid'99, São Paulo, 1999, p. 83–89

HANAFI, S.; FREVILLE, A.; VACA, P. Municipal solid waste collection: an effective data structure for solving the sectorization problem with local search methods. **INFOR**. v. 37, n. 3, ago/1999, p. 236–246.

HAYNES, L. A systems approach to solid waste management planning. **Conservation & Recycling**, Oxford, v. 4, n. 2, p. 67–78, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro, 2002, 397p. CD-ROM

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo, 1999, 278 p.

JARAMILLO, J. Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales – GIRSM. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS, SIGLO XXI. **Resumos...** Medellin, 2000. 20 p.

JUNQUERA, B.; del BRIO, J. A.; MUÑIZ, M. Citizen's attitude to reuse of municipal solid waste: a practical application. **Resources, conservation & recycling**. v. 33, 2001, p. 51-60.

KORFMACHER, K. S. Solid waste collection systems in developing urban areas of South África: an overview and case study. **Waste management & research**. v. 15, 1997, p. 477-494.

LEME, F. P. **Engenharia do Saneamento Ambiental**. LTC, Rio de Janeiro, 1982, 286 p.

MANDELLI, S. M. De C. **Variáveis que interferem no comportamento da população urbana no manejo de resíduos sólidos domésticos no âmbito das residências**. 1997, 159f. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing: execução e análise**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998, 224 p. 2 v.

MEIRELLES, H. L. **Direito administrativo brasileiro**. ed. atualizada, São Paulo, Malheiros, 2002, 790 p.

MERCEDES-BENZ. **Administração do transporte de carga – planejamento e racionalização**. 2. ed., São Bernardo do Campo, nov/1992, 84 p.

MILANEZ, B.; BALDOCHI, V. M. Z. Aprendizado cooperativo e aprendizado baseado em situações-problemas: aplicação do TRANSCAD no ensino de planejamento de coleta de resíduos sólidos. **Revista de ensino de engenharia**. v. 20, n. 2, 2001, p. 49–56.

----- Otimização de rotas em serviços de coleta seletiva: o uso da informática no aprendizado ativo e colaborativo. **Revista de ensino de engenharia**. v. 20, n. 1, 2001, p. 25–28.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001, 200 p.

MOTTA, M. L. A.; MARQUES, V. S. C.; MESQUITA, M. A. M., Planejamento de roteiros de coleta seletiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19. 1997, Foz do Iguaçu, **Anais...**, Foz do Iguaçu, ABES, 1997, CD-ROM.

NUNES, M. C. O papel das pesquisas. In: FIGUEIREDO, R. (org.) et al. **Marketing político e persuasão eleitoral**. 2. ed, Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2002, 235 p.

OLIVEIRA, S. et al. Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos (RSD) da cidade de Botucatu/SP. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 4, n. 3. jul/set 1999 e n. 4, out/dez 1999, p. 113–116.

PALOMINO, M. A. C. Diseño de rutas optimas de recolección de residuos sólidos domésticos mediante el software MARS. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVII, 2000, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: ABES/AIDIS, 2000, CD-ROM.

PEREIRA, I. L.; MEDEIROS, G.; DIAS, R. W. Parâmetros para a coleta porta-a-porta de resíduos sólidos domiciliares em vilas e favelas de Belo Horizonte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2000, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2000, CD-ROM.

PHILIPPI JR., A. Debate. **Saneamento Ambiental**, São Paulo, n. 63, p. 24-43, mar. 2000.

----- . **Agenda 21 e resíduos sólidos**. In: Resid'99, São Paulo, 1999, p. 15-25.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BEBEDOURO - **Aterro Sanitário Municipal** - Relatório de Ambiental Preliminar, 2003, 93 p.

REIS, L. F. R.; KADO, T. M. N. Ensaio computacionais baseados em *simulated annealing* para otimização de rotas de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 2, n. 3. jul/set e n. 4, out/dez 1997, p. 24-28.

SALTORATO, P. O. **O roteamento de veículos: uma avaliação sobre sua introdução na coleta de resíduos sólidos urbanos**. 1998, 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

SALVIA, M. et al. Waste management system optimization for Southern Italy with MARKAL model. **Resources, Conservation and Recycling**, [S.l.], v. 34, 2002, p. 91-106.

SILVA, A. C. N. et al. Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos sólidos de saúde: uma proposta de avaliação. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 5. set./out. 2002, p. 1401–1409.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA. **Planilha de custos dos serviços de limpeza pública**, (Elaborada pela FGV), agosto/2003 – CD-ROM

STARKEY, D., HILL, K. A legislator's guide to solid waste management. In: NATIONAL CONFERENCE OF STATE LEGISLATORS. **Proceedings...** Washington: DC, 1996, 60 p.

STERN, J.; SOUTHGATE, D.; STRASMA, J. Improving garbage collection in Latin America's slums: some lessons from Machala, Ecuador. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 20, 1997, p. 219–224.

TEIXEIRA, B. A. N. **Gestão de Resíduos Sólidos: desafios para as cidades**. In: Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias. Rio Claro: UNESP – IGCE – Laboratório de Planejamento Municipal – DEPLAN, 2001, 77 p.

TEIXEIRA, E. N., BIDONE, F. R. A. Conceitos Básicos. In: BIDONE, F. R. A. (org). **Lixo – Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999, 65 p. il.

TEIXEIRA, J.; ANTUNES, A. P.; SOUSA, J. P. Recyclable waste collection planning, **European Journal of operational research – case study**, mai/2003, não paginado.

TIN, A. M et al. Cost-Benefit analysis of the municipal solid waste collection system in Yangon, Myanmar, **Resources, Conservation and Recycling**, v. 14, [s.l], 1995, p. 103–131.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Decision maker's guide to solid waste management**, v. II, Washington-DC, 1995, 372 p.

----- . **Collection efficiency – strategies for success**, Washington-DC, 1999, 20 p.

----- . **Getting more from less: improving collection efficiency**, Washington-DC, 1999a, 45 p.

----- . **Waste transfer stations: a manual for decision-making**, Washington-DC, 2002, 66 p.

WATER FOR THE WOLRD. **Designing a solid waste collection system**. Technical note n. SAS 3.D.3, Washington – DC, [s.d.], não paginado.

WILSON, B. G.; BAETZ, B. W. Modeling municipal solid waste collection systems using derived probability distributions: I. model development. **Journal of environmental engineering**. nov/2001, p. 1031–1038.

ZEILHOFER, P.; MODESTO FILHO, P. Aplicabilidade de sistemas de informação geográfica (SIG) com diferentes conceitos computacionais para subsidiar a implementação de coletas seletivas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 5, n. 3. jul/set 2000 e n. 4, out/dez 2000, p. 153–159.