ARLINDO PHILIPPI JUNIOR

SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: COLETA E TRANSPORTE NO MEIO URBANO

Dissertação apresentada à
Faculdade de Saúde Pública,
Departamento de Saúde Ambiental,
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de
Mestre em Saúde Pública.

Orientador — Professor Walter Engracia de Oliveira

São Paulo
1979

À

*SONIA, minha mulher,
este trabalho*

AGRADECIMENTOS

Queremos expressar nossos agradecimentos a todos aqueles a quem devemos a realização deste trabalho, e, em especial:

- Ao Professor Walter Engracia de Oliveira, pela orientação constante, o contínuo apoio e permanente estímulo;
- À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, cujo respaldo financeiro através de bolsa de estudos possibilitou a concretização deste;
- Ao Engenheiro Fernando de Araújo Guimarães, pelo apoio demonstrado, o que contribuiu para a consecução deste trabalho;
- Ao Engenheiro Márcio Pereira de Souza, pela contribuição inestimável que prestou na fase final deste trabalho;
- À Sr.^a Irene Rosa Sabiã, pela solicitude e dedicação com que nos atendeu em todas as etapas dos trabalhos datilográficos, bem como à Srt.^a Luiza Josefina Junqueira de Andrade;

- Às Bibliotecárias Daisy Pires Noronha e Rosa Marquez Simões, pela presteza e gentileza com que colaboraram conosco no trato da bibliografia;
- À Comissão de Pós Graduação pela boa vontade com que sempre nos atendeu;
- À Sonia, minha mulher, cujo estímulo, compreensão, carinho e apoio constantes propiciaram a conclusão de mais esta etapa; e aos meus filhos Caio e Tatiana, de quem subtrai horas de terno convívio.

ARLINDO PHILIPPI JUNIOR
São Paulo, setembro de 1979.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	<u>Caracterização do Problema</u>	2
1.2.	<u>Justificativa</u>	8
1.3.	<u>Objetivos do Trabalho</u>	10
1.4.	<u>Conceitos e Definições</u>	11
2.	SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	15
3.	SERVIÇO DE COLETA.....	19
3.1.	<u>Objetivos da Coleta</u>	21
3.2.	<u>Sistemas de Coleta</u>	22
3.2.1.	Coleta feita pela Municipalidade.....	24
3.2.1.1.	Vantagens.....	24
3.2.1.2.	Desvantagens.....	25
3.2.2.	Coleta por Contratação de Serviço.....	25
3.2.2.1.	Vantagens.....	27
3.2.2.2.	Desvantagens.....	28
3.2.3.	Coleta Privada.....	28
3.3.	<u>Métodos de Coleta</u>	30
3.3.1.	Frequência de Coleta.....	30
3.3.1.1.	Coleta Diária.....	31
3.3.1.2.	Coleta em dias Alternados.....	31
3.3.1.3.	Coleta três vezes por Semana..	32
3.3.1.4.	Coleta duas vezes por Semana..	33
3.3.1.5.	Coleta uma vez por semana.....	33
3.3.1.6.	Coleta Mista.....	34
3.3.2.	Horário de Coleta.....	35
3.3.3.	Ponto de Coleta.....	39
3.3.4.	Forma de Coleta.....	44

3.3.5. Tipos de Coleta.....	45
3.3.5.1. Coleta Domiciliar.....	46
3.3.5.2. Coleta de Resíduos de Varrição	46
3.3.5.3. Coleta de Resíduos Hospitalares	47
3.3.5.4. Coleta de Resíduos de Feiras e Similares.....	47
3.3.5.5. Coleta de Resíduos Industriais	48
3.3.5.6. Coleta de Resíduos Comerciais.	49
3.3.5.7. Coleta de Resíduos Especiais..	52
3.3.5.8. Análise dos Tipos de Coleta...	53
3.4. <u>Veículos para a Coleta</u>	54
3.5. <u>Equipe de Coleta</u>	55
3.5.1. Uniformes da Equipe de Coleta	58
3.5.2. Fiscalização da Equipe de Coleta.....	61
3.5.3. Coletores e Motoristas	63
3.6. <u>Cooperação Popular, Educação e Relações Públicas</u> .	64
 4. SERVIÇO DE TRANSPORTE.....	 68
4.1. <u>Características a serem Analisadas na Seleção</u> .	70
4.1.1. Condições Sanitárias.....	72
4.1.2. Condições Econômicas.....	73
4.1.3. Condições Estéticas e de bem estar.....	75
4.1.4. Condições de Segurança.....	76
4.2. <u>Tipos de Veículos Coletores</u>	78
4.2.1. Veículos Coletores Comuns.....	78
4.2.1.1. Veículo Coletor comum de caçamba aberta.....	79
4.2.1.2. Veículo Coletor convencional..	80
4.2.2. Veículos Coletores Especiais.....	85

4.3. <u>Modelos de Veículos Coletores Especiais</u>	90
4.3.1. COLECOM.....	91
4.3.2. GAR WOOD.....	95
4.3.3. KUKA-PIRATININGA.....	100
4.3.4. SITA 6.000.....	104
4.4. <u>Veículos Especiais de Transporte</u>	109
4.4.1. Veículos para Transporte de caixas tipo "Brooks".....	112
4.4.2. Veículos para Transporte à grandes Dis- tâncias.....	113
4.4.2.1. Estação de Transferência.....	117
4.4.3. Outros tipos de Veículos de Coleta.....	121
4.5. <u>Higiene dos Veículos Coletores</u>	123
4.6. <u>Conservação e renovação de Veículos Coletores</u>	125
4.7. <u>Manutenção de Veículos Coletores</u>	127
4.7.1. Sistema de Manutenção.....	129
4.7.1.1. Manutenção de Operação.....	129
4.7.1.2. Manutenção Preventiva.....	130
4.7.1.3. Manutenção Corretiva.....	131
4.7.1.4. Reforma.....	131
4.7.2. Oficina de Manutenção.....	132
4.7.3. Padronização de Veículos Coletores.....	134
4.7.4. Classificação de Frotas para Manutenção	134
4.8. <u>Transporte por Via Hidrica</u>	136
4.9. <u>Transporte Pneumático</u>	137
 5. PLANEJAMENTO DO SERVIÇO DE COLETA E TRANSPORTE.....	 139
5.1. <u>Fases do Planejamento</u>	141
5.1.1. Eclosão.....	143
5.1.2. Projeto.....	143

5.1.2.1.	Estudo Preliminar.....	144
5.1.2.1.1.	Informações Primá rias.....	145
5.1.2.1.2.	Informações Secun dárias.....	147
5.1.2.1.3.	Estudo de Mercado.	150
5.1.2.1.4.	Levantamentos téc nicos sobre o ti po de resíduos sô lidos.....	151
5.1.2.2.	Diagnóstico/Prognóstico.....	152
5.1.2.3.	Plano Diretor.....	154
5.1.3.	Execução.....	155
5.2.	<u>Determinação da capacidade do equipamento</u>	155
5.3.	<u>Determinação de Itinerários</u>	159
5.4.	<u>Dimensionamento da Frota</u>	162
5.4.1.	Dados a serem Considerados.....	162
5.4.2.	Equações.....	164
5.5.	<u>Determinação de Custos</u>	168
6.	CONCLUSÃO.....	173
	RESUMO.....	176
	SUMMARY.....	177
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	178

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A partir do momento em que os homens começaram a se estabelecer em determinados locais, preferindo se fixar, com consequente abandono da vida nômade, novas situações, em relação aos resíduos sólidos produzidos pela atividade humana, foram criadas pela alteração introduzida em seus hábitos de vida.

No entanto, somente em meados do século passado, decorrente de padrões de vida criados pela nova ordem social trazida pela civilização industrial, é que começou a se destacar o problema dos resíduos sólidos, dentro do contexto ambiental.

O problema vem se agravando na maioria dos países e particularmente em determinadas regiões, como decorrência do aumento da população e de um acentuado crescimento urbano. Tais fatos, associados a evolução dos costumes, criação ou mudança de hábitos, melhoria do nível de vida, desenvolvimento industrial e outros, tem provocado crescente ampliação nos níveis de contribuição "per capita", e, conseqüentemente na quantidade total de resíduos sólidos produzidos particularmente nas cidades.

A importância do problema dos resíduos sólidos reside principalmente nos aspectos relacionados à saúde da comunidade.

No entanto, ao se considerar a influência dos resí

duos sólidos na saúde pública, deve ser lembrado que outros fatores relacionados a deficiências do saneamento do meio podem estar agindo ao mesmo tempo, o que impede que se atribua o agravamento do estado de saúde em uma comunidade a um deles especificamente. Não há dúvida, entretanto, que os resíduos sólidos ocupam importante papel na estrutura epidemiológica de uma comunidade, e, conseqüentemente, na saúde pública. (25)

Os resíduos sólidos além de se constituírem em problema de saúde pública, devem ser considerados seus efeitos sobre o conforto, estética, fatores econômico-financeiros e conservação de recursos naturais.

1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A situação do problema dos resíduos sólidos no Brasil, segundo dados extraídos do Anuário Estatístico do Brasil, 1971, da Fundação IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, por OLIVEIRA, W. Engracia (28), é assim descrita:

" 81% das sedes municipais (3.198 das 3.950) e 100% das capitais dos Estados possuem um serviço de coleta e remoção dos resíduos sólidos, servindo a uma população da ordem de vinte e oito milhões de habitantes, ou seja, 52% da população urbana. As soluções adotadas para o acondicionamento dos resíduos sólidos em geral são inadequadas. No tocante ao transporte, existem 17.722 (dezessete mil, setecentos e vin

te e dois) veículos de tração animal ou humana e 3.755 (três mil, setecentos e cinquenta e cinco) veículos motorizados; nestes, foram encontrados desde caminhões sem compactação, com 4 (quatro) metros cúbicos de capacidade, até caminhões compactadores modernos com 30 (trinta) metros cúbicos de capacidade. Com respeito ao destino final, predominam as práticas não recomendáveis de lançamento no terreno a céu aberto, bem como em cursos de água ou no mar; existem no país 15 (quinze) incineradores e 16 (dezesseis) instalações de produção de composto".

A meta aprovada na reunião dos Ministros de Saúde dos países das Américas, realizada em Outubro de 1.972, em Santiago do Chile, sob os auspícios da Organização Panamericana da Saúde - Organização Mundial da Saúde, retrata de uma forma clara a preocupação crescente com a solução do problema de resíduos sólidos e limpeza pública. Esta meta, a ser cumprida até 1.980, diz:

"Estabelecimento de sistemas satisfatórios e adequados para a coleta, transporte, tratamento e disposição de resíduos sólidos em um mínimo de 70% das cidades com mais de vinte mil habitantes".

De acordo com os dados do censo de 1970, existem 528 (quinhentos e vinte e oito) cidades com população superior a vinte mil habitantes, sendo necessário, segundo OLIVEIRA, W. Engracia (28), melhorar as condições do problema dos resíduos sólidos em pelo menos 370 (trezentos e setenta) cidades.

O documento Proposições Básicas para uma Política de Limpeza Pública (32), divulgado em 1.978, apresenta informa

ções que reforçam e bem caracterizam a amplitude do problema referente a resíduos sólidos no Brasil, o que pode ser perfeitamente avaliado pela representatividade da amostra trabalhada, de 134 (cento e trinta e quatro) municípios com uma população urbana de trinta e sete milhões de habitantes, correspondendo a cerca de 54% da população urbana do país, estimada em 70 (setenta) milhões de habitantes.

Uma noção atual e projetada da dimensão do problema pode ser captada pela observação dos dados da Tabela 1.

TABELA 1
População Urbana e Produção de Resíduos Sólidos
Domiciliares-Projeções

GRUPOS DE MUNICÍPIOS	1970		1977		1980		1990	
	POPULAÇÃO (CENSO)	PROD. LIXO ESTIMADA t/dia	POPULAÇÃO	PROD. LIXO ESTIMADA t/dia	POPULAÇÃO	PROD. LIXO PREVISTA t/dia	POPULAÇÃO	PROD. LIXO PREVISTA t/dia
REG. METROPOLITANA DE SÃO PAULO	7.847.550	6.463	10.873.764	7.689	13.225.499	9.177	22.288.486	18.582
REG. METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	6.836.363	4.341	9.012.826	5.874	10.236.294	6.895	18.033.604	10.863
REG. METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE	1.408.294	791	2.021.838	1.250	2.346.392	1.443	3.928.096	2.374
REG. METROPOLITANA DE RECIFE	1.650.036	1.034	2.408.691	1.480	2.834.833	1.724	5.060.697	3.153
REG. METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE	1.495.297	693	2.311.068	1.544	2.781.077	1.861	5.211.684	3.488
REG. METROPOLITANA DE SALVADOR	1.079.730	741	1.673.322	1.044	1.762.848	1.208	2.878.346	1.967
REG. METROPOLITANA DE CURITIBA	606.409	387	968.573	569	1.165.065	786	2.171.065	1.482
REG. METROPOLITANA DE FORTALEZA	873.606	570	1.362.267	942	1.636.037	1.133	3.019.849	2.098
REG. METROPOLITANA DE BELÉM	605.777	363	834.029	500	916.580	574	1.511.054	1.067
DISTRITO FEDERAL	516.296	258	986.570	493	1.138.849	669	1.734.963	989
MUNICÍPIOS C/ ÍNDICE > 6	678.791	475	1.017.447	712	1.192.814	841	2.029.873	1.470
MUNICÍPIOS C/ ÍNDICE ENTRE 3 e 6	1.090.175	609	1.496.337	855	1.708.940	1.033	2.801.846	1.683
MUNICÍPIOS C/ ÍNDICE ENTRE 1 e 3	2.005.640	1.124	2.823.850	1.580	3.268.149	1.822	6.274.436	3.133
MUNICÍPIOS C/ ÍNDICE ENTRE 0 e 1	1.733.530	942	2.551.724	1.389	3.006.508	1.639	5.278.057	3.068
MUNICÍPIOS C/ ÍNDICE MENOR QUE 0	847.110	424	1.269.673	635	1.503.570	752	2.686.561	1.219
MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE	22.770.931	11.385	27.651.556	13.826	29.009.481	14.505	28.114.445	13.087
BRASIL (total) (*)	52.085.000	29.975	69.457.800	40.421	78.163.300	46.978	106.468.000	66.938

FONTE: PROPOSIÇÕES Básicas para uma Política Brasileira de Limpeza Pública. (32)

(*) Obtido de Sinopse Estatística do Brasil 1.977. IBGE.

Os dados de projeção da população urbana e da produção de resíduos sólidos domiciliares permitem o traçado do Gráfico 1.

GRÁFICO 1

Projeção da População Urbana e da Produção de Resíduos Sólidos Domiciliares no Brasil

Os dados obtidos e publicados no trabalho "Proposições Básicas para uma Política Brasileira de Limpeza Pública" (32) permitiram chegar a diversas conclusões e considerações, entre as quais,

são destacadas aquelas mais diretamente relacionadas com o escopo deste trabalho, ou seja, coleta e transporte (32):

- "Os serviços de limpeza pública são executados na quase totalidade dos municípios brasileiros;
- A quantidade de resíduos sólidos domésticos produzida nos núcleos urbanos do país é estimada em 40.400 (quarenta mil e quatrocentas) toneladas por dia, das quais se coletam cerca de 26.700 (vinte e seis mil e setecentas) toneladas, ou seja, 66% em números redondos;
- Constatam-se acentuados desequilíbrios quanto a execução de serviços, entre diversos núcleos urbanos como pode-se observar no Gráfico 2;

GRÁFICO 2

Grau de Atendimento - Coleta de Resíduos Sólidos

FONTE: PROPOSIÇÕES Básicas para uma Política Brasileira de Limpeza Pública. (32)

- No que se refere a coleta e transporte, constatou-se que a manutenção e operação dos equipamentos são de modo geral, deficientes, implicando em custos elevados para reposição;
- Existem deficiências e deseconomias nos diversos serviços de limpeza pública, além da remuneração pelos mesmos, ser inferior aos custos de investimento e de operação;
- Constatou-se grande empirismo. O grau de improvisação e a falta de uniformidade nas técnicas empregadas no desenvolvimento dos serviços de limpeza pública, levam à sub-utilização dos já escassos recursos humanos e materiais existentes;
- Necessidade de recursos para os municípios, de forma a possibilitar a melhoria dos serviços prestados;
- A atenção dada aos serviços de limpeza pública tem sido menor do que a atribuída aos demais serviços públicos, com reflexos diretos sobre a qualidade e os custos;
- Os planos diretores existentes tem se limitado, na sua grande maioria, a descrever os serviços de limpeza pública, sem propor medidas para a melhoria do setor."

Em trabalho desenvolvido no Vale do Paraíba, a CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental fez uma série

de constatações quanto aos serviços de coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares: (48)

- Verificou-se correlação existente entre população urbana, eficiência de serviços e grau de sofisticação dos equipamentos, isto é, maior o município, maior eficiência, maior grau de sofisticação do equipamento e vice-versa;
- Quanto aos equipamentos utilizados nos serviços, verificou-se que na maioria dos municípios grande parte do equipamento é ainda inadequado, especialmente nos municípios menores;
- Os serviços de acondicionamento, coleta, transporte e disposição final dos resíduos sólidos processam-se via de regra, sem atender aos preceitos básicos de higiene, saneamento e segurança e sem atentar para uma triagem de resíduos, principalmente quanto a nocividade e periculosidade de resíduos sólidos industriais.

A realização destes estudos evidencia uma realidade.

1.2. JUSTIFICATIVA

O conjunto de todas estas informações propicia uma visualização maior do problema, permitindo a proposição de uma série de medidas entre outras, que possibilitem aos

órgãos responsáveis pelos serviços de limpeza pública o equacionamento e solução de uma forma mais abrangente.

Estas medidas estão detalhadas a seguir:

- promoção de análise periódica dos métodos e serviços utilizados, com o objetivo de aproveitar as vantagens decorrentes da utilização de melhores técnicas;
- adequação dos órgãos responsáveis pela execução, operação, manutenção e administração dos serviços, à consecução de objetivos propostos;
- a reestruturação dos órgãos de limpeza pública, (em determinados casos), permitindo utilização racional dos recursos humanos, materiais e financeiros, através de um dimensionamento correto da demanda de serviços, frota, equipamentos e mão de obra necessários;
- estruturação de política salarial e de recursos humanos com implantação de programas de treinamento, que possibilitem o desenvolvimento profissional dos funcionários;
- desenvolvimento de sistema voltado à conscientização da comunidade para o problema;
- necessidade de elaboração de programas e estudos relativos à coleta e transporte dos resíduos sólidos, visando à consecução dos objetivos;
- planejamento dos serviços de forma global e integrada.

A solução deste problema está, portanto, diretamente vinculada à Engenharia, especialmente Engenharia Sanitária, como o são os problemas relativos aos sistemas de abastecimento de água, de esgotos e outros.

Desta forma, a verificação dos problemas existentes, bem como a avaliação das necessidades para o seu equacionamento e solução, são, pela sua gravidade e magnitude, motivos que por si só, justificam a realização deste trabalho.

1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho tem como objetivos principais:

- Demonstrar a importância dos serviços de coleta e transporte em termos sanitários, econômicos, estéticos e de bem estar, administrativos e de segurança do trabalho;
- Apresentar o processo de planejamento dos serviços de coleta e transporte e sua interdependência com o sistema de resíduos sólidos, nas diversas áreas da limpeza pública, no contexto de um município ou região;
- Reunir informações sobre os serviços de coleta e transporte para que os sistemas existentes e a serem implantados tenham melhores condições de planejar, programar, executar e avaliar a coleta

e transporte dos resíduos sólidos no meio urbano.

1.4. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

O conjunto de resíduos sólidos provenientes das atividades humanas, é rotulado, de maneira geral, sob o nome de *lixo*; uma vez preenchida sua função ou considerado sem valor, ele é destinado a ser desprezado.

Significado semelhante é introduzido por OLIVEIRA, W. Engracia (19,20,21), ao definir "os *resíduos sólidos* comumente denominados *lixo* constituem os resíduos sólidos das atividades humanas; por outro lado, é assinalado que qualquer material se torna um *resíduo* quando seu proprietário ou produtor não o considera mais com valor suficiente para retê-lo".

A lei japonesa nº 137, de 1.970, mencionada por MACHADO (17) possui um conceito mais amplo para resíduo sólido, abrangendo "refugo de pequeno e grande porte, cinza, lama, excreções humanas, resíduos de óleo, resíduos alcalinos e ácidos, carcaças e outras, asquerosas e desnecessárias matérias, as quais estejam no estado sólido ou líquido (excluindo os resíduos radioativos que poluam pela radioatividade dos resíduos)".

Mc GAUEY (18) por sua vez, assegura "que qualquer material se torna um resíduo quando o seu dono ou produtor não mais o considerar com valor suficiente para conservá-lo; aliás, este conceito de resíduo foi o adotado por OLIVEIRA, W. Engracia

Também a "American Public Works Association" (2) conceitua:

" Lixo são todos os resíduos sólidos e semi-sólidos, putrescíveis e não putrescíveis, excetuando as excreções humanas. Inclue desperdícios, despejos, cinzas, lixo de varrição de ruas, resíduos industriais, resíduos de hospitais, resíduos de feira, resíduos de mercados, resíduos comerciais, etc."

Segundo WILKEN (46), o resíduo sólido mais importante para o sanitarista é o que resta de alimentos, pois, destaca ele, "falhas na coleta, transporte e disposição dessa matéria, criam sempre condições insanitárias e inestéticas".

No entendimento de SANTOS (37), "entende-se por lixo, "sensu latu", o conjunto de resíduos originados das mais diversificadas atividades humanas, ou seja, tudo aquilo que, rejeitado e qualificado de inútil, não possa ser facilmente aproveitado".

A expressão *resíduos sólidos* é proposta por OLIVEIRA, W. Engracia (20) como substitutiva e designativa de *lixo*, por ser "praticamente consagrada em nossa língua uma vez que, assim, manteríamos uma certa uniformidade de nomenclatura com resíduos líquidos e gasosos. Em outras línguas, inclusive, existem expressões correspondentes a resíduos sólidos: em espanhol, *desechos solidos*, em inglês *solid waste*, em frances *résidus solides*, em italiano *rifiuti solidi*".

Será adotado neste trabalho, sempre que possível, a

expressão *RESÍDUOS SÓLIDOS*.

Após estas considerações, assinalamos o seguinte conceito de *resíduos sólidos*, adotado por vários especialistas:

Resíduo Sólido é o material rejeitado que não tem aproveitamento econômico imediato.

Assim, os resíduos sólidos passam a ser problema, exigindo solução. A solução cabe ao serviço de *limpeza pública*.

OLIVEIRA, W. Engracia(42) assim conceitua *limpeza pública ou urbana*: "é o conjunto de atividades que permitem o adequado estado de limpeza de uma cidade, sem prejudicar a qualidade do ambiente, inclusive na região que a circunda"; que pode ser considerada a mais abrangente.

Ao mesmo tempo, pode-se apresentar o conceito de FRANCISCONI (9), para quem, *limpeza pública* é "um dos fatores que concorrem para o nível satisfatório da qualidade de vida urbana".

Para *limpeza pública*, pode ser introduzido como conceito, a seguinte definição:

- *Limpeza pública ou urbana* é o conjunto de atividades, especialmente as relacionadas aos resíduos sólidos, que visam a saúde da comunidade e a preservação do meio ambiente.

Na *limpeza pública* destacam-se as atividades, consideradas básicas, de remoção, tratamento e/ou disposição dos resíduos sólidos, o que permite a introdução de um termo que as englobe: *sistema de resíduos sólidos*.

Desta forma, para os efeitos deste trabalho, será utilizado o termo SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS, considerado como, o conjunto de atividades relacionadas ao acondicionamento, coleta, transporte e/ou disposição final dos resíduos sólidos.

2. SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

2. SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Um serviço de limpeza pública compreende funções das mais diversas, dependendo de características locais, podendo ser agrupadas aquelas funções básicas que, de uma maneira geral, devem ser desenvolvidas, em três atividades :

- limpeza regular de vias públicas,
- serviços especiais e
- remoção, tratamento e/ou disposição dos resíduos sólidos.

A limpeza regular de vias públicas engloba: (27)

- varrição de vias e logradouros públicos que pode ser manual ou mecânica e remoção de seus resíduos;
- remoção de galhos e folhas resultantes da poda de parques, jardins e árvores de vias públicas , bem como de áreas privadas;
- remoção de resíduos de terrenos baldios;
- lavagem de vias públicas;
- conservação da limpeza através de medidas diversas, entre elas uso de recipientes apropriados em locais públicos e motivação da população;

Os serviços especiais são formados por funções tais como: (27)

- capinação e raspagem de vias e logradouros públicos;
- desobstrução de bocas de lobo, ramais e galerias de águas pluviais e limpeza de córregos e valas;
- remoção de animais mortos e resíduos muito volumosos abandonados em vias e logradouros públicos;
- limpeza geral de monumentos, escadarias, abrigos, túneis, viadutos, pontes, feiras e outros locais públicos.

A terceira atividade dos serviços de limpeza pública envolve atribuições de:

- atuação junto às comunidades para a obtenção de acondicionamento adequado dos resíduos sólidos;
- desenvolvimento dos serviços de coleta;
- desenvolvimento dos serviços de transporte;
- desenvolvimento do tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos.

As atribuições atinentes à esta atividade compõem o Sistema de Resíduos Sólidos, terminologia que, se pretende, atue como agregadora das funções relacionadas, permitindo

uma melhor e mais rápida visualização do conjunto.

Deve ser destacado que a visão da problemática envolvida com o sistema de resíduos sólidos abre-se para um campo multidisciplinar, com aspectos sócio-econômicos, culturais, ecológicos, técnico-político-administrativos e outros, o que exigirá, para o seu equacionamento e solução, a colaboração de toda uma equipe de profissionais.

As atribuições do sistema de resíduos sólidos são das mais importantes nos serviços de limpeza pública (15), sendo que seus serviços redundam em grandes benefícios para a comunidade. A falha de qualquer das operações pode induzir ao rompimento do circuito dos serviços, podendo tornar o sistema, no global, ineficiente.

No presente trabalho são enfocadas duas fases do sistema de resíduos sólidos: coleta e transporte, principais responsáveis pela imagem da problemática dos resíduos sólidos perante a população e a administração pública.

3. SERVIÇO DE COLETA

3. SERVIÇO DE COLETA

A coleta e transporte dos resíduos sólidos são dos mais importantes fatores a serem considerados no problema dos serviços municipais.

Caracterizam-se como a maior preocupação de toda e qualquer administração de serviços de limpeza pública, por diversos motivos, entre os quais podem ser destacados o seu alto custo operacional e, suas ligações diretas com a população.

Com relação ao custo operacional, os serviços de coleta e transporte exigem elevados investimentos em equipamentos e veículos especiais, bem como por absorver uma parcela apreciável dos gastos de operação e manutenção da entidade responsável.

Com relação à ligação direta com a população, estes serviços estão permanentemente sob os seus olhos, bastando pequenas deficiências para que surjam críticas e reclamações. Além disso, as deficiências na coleta apresentam como resultado, sobrecarga de outros setores, através de lançamento em vias públicas, terrenos baldios, trazendo com isso consequências negativas para a saúde pública.

Aspectos relacionados à capacidade econômica da população, a seu grau de escolaridade, a seu grau de educação, devem ser observados e analisados.

Estudos específicos e detalhados são exigidos, já que fatores diversos atentam contra a generalização de sistemas. Estes fatores são a diversidade de condições locais, tais como: densidade de população, urbanização, características da comunidade, características topográficas, plano viário, estado das vias, volume da tráfego, e variações em quantidade e composição dos resíduos sólidos.

3.1. OBJETIVOS DA COLETA

Toda coletividade deve ter por meta um serviço de coleta dos resíduos sólidos sistemático, frequente e responsável.

O problema dos resíduos sólidos começa nos lugares onde é produzido, e, pela sua fácil decomposição, produzindo mau cheiro e atraindo moscas, baratas e ratos, há necessidade de se dar desde o início uma destinação adequada a facilitar sua rápida eliminação.

Desta forma, a coleta dos resíduos sólidos é parte essencial de um sistema bem organizado de saneamento, e influi como salientado anteriormente de maneira considerável na população local de vetores. quando uma comunidade não conta com um serviço adequado de coleta.

Com a existência de um serviço adequado e de confiabi

lidade são evitados problemas diversos decorrentes de habitos da população, tais como lançamento de seus resíduos em áreas circunvizinhas, em calçadas e vias públicas.

Os problemas decorrentes destes procedimentos, tanto de importância sanitária, econômica, de segurança e sob o ponto de vista do bem estar, surgem e exigem soluções.

Sanitariamente, o problema se prende aos fatores diretos e indiretos, relacionados aos resíduos sólidos, na transmissão de doenças. Economicamente, além daqueles ligados aos gastos com saúde, deve ser encarado o problema em função da necessidade de gastos adicionais para remoção destes detritos. Em termos de segurança, o problema criado com os riscos de acidentes ligados tanto à recreação em locais com detritos acumulados, como com o pessoal responsável pela remoção dos mesmos, quando dispostos inadequadamente. Finalmente, sob o ponto de vista do bem estar, a importância é focalizada sob o prisma de estética e conforto, facilmente compreensível, bastando assinalar que o aspecto físico do lixo é desagradável à vista, em geral apresentando maus odores e atraindo vetores, que são repulsivos à população.

Desta forma, um bom serviço de coleta proporciona maior limpeza, melhoria na higiene e contribui para a saúde pública, trazendo um maior bem estar à comunidade.

3.2. *SISTEMAS DE COLETA*

A coleta, pelas suas características, é fundamental-

mente um problema de incumbência municipal. No entanto, a despeito disso, pode, por alguma razão, não ser realizada diretamente pela municipalidade, parcial ou totalmente.

Ao ser tratado o problema da coleta pela administração municipal, um dos primeiros itens a ser focalizado é o da natureza do organismo ou entidade que será responsável pela sua execução. Qualquer que seja o sistema a ser utilizado, será necessário realizar um estudo cuidadoso, que aponte para a administração, a melhor solução.

Os sistemas de coleta podem ser caracterizados em três tipos básicos:

- Coleta feita pela municipalidade;
- Coleta por contratação do serviço, mediante concessão;
- Coleta privada.

De maneira geral, cada tipo apresenta aspectos positivos e negativos. Para a coleta feita pela municipalidade observa-se a possibilidade de uma série de benefícios à população. A coleta por contratação do serviço, mediante concessão, passa a ser uma necessidade a medida que as cidades crescem e aumentam as dificuldades dos serviços públicos. A coleta privada, solução muitas vezes encontrada para comércio e indústria que não possuem o serviço de coleta regular do município, e que possuem condições econômicas de arcar com as despesas de custeio, leva em consideração o aspecto econômico-comercial, e portanto, só coleta aqueles que pagam.

Desta forma, os tipos de coleta feita pela municipalidade diretamente e o de coleta por contratação dos serviços são de responsabilidade da administração municipal, enquanto

que o tipo coleta privada é de responsabilidade dos contra
tantes.

Sendo assim, pode-se afirmar que a municipalidade pres
ta melhores serviços à comunidade sob o ponto de vista sani
tário-higiênico. Naturalmente, não existem incompatibilidade
s entre os interesses em jogo, bastando para cada caso o
uso adequado de supervisão e fiscalização.

Tendo em vista as características de cada tipo, por
um estudo comparativo encontram-se vantagens e desvantagens,
que serão expostas a seguir.

3.2.1. Coleta Feita pela Municipalidade

Neste caso, a coleta é feita com equipamentos, funcion
ários e estrutura da mesma.

Com o crescimento da cidade, devido aos problemas e
dificuldades próprios do serviço público, o padrão do serviço
municipal pode decair, fazendo com que as administrações
voltem suas vistas para os serviços contratados às empresas
especializadas. A seguir, vantagens e desvantagens:

3.2.1.1. *Vantagens*

Entre as vantagens, destacam-se:

- o saneamento do meio e a proteção à saúde pública são a finalidade básica;
- não visa lucro;
- cooperação pública mais espontânea;
- facilita a manutenção de levantamentos estatísticos contínuos;
- possibilita o desenvolvimento de planos a médio e longo prazos.

3.2.1.2. *Desvantagens*

Entre as desvantagens, destacam-se:

- dificuldades na aquisição de equipamentos;
- dificuldade em formar corpo de pessoal;
- redução na vida útil da frota;
- descontinuidade administrativa;
- possibilidades de interferência política;
- economia de gastos afeta estrutura dos serviços.

3.2.2. Coleta por Contratação de Serviço

A coleta por contratação tem duas modalidades básicas,

entre algumas variações.

Na primeira forma, o serviço é contratado à empreiteiros que recebem por viagem, volume ou peso. A taxa relativa ao serviço é paga diretamente ao município responsável pela supervisão, fiscalização e pagamento do mesmo. Nesta forma, o município deve possuir e manter uma equipe de pessoal técnico e administrativo suficiente para a normalização, supervisão, fiscalização e demais atividades necessárias ao bom desempenho dos serviços.

Deve-se levar em consideração também a necessidade de se manter um serviço regular numa área da cidade pela municipalidade, para que a administração tenha parâmetros de serviços e custos, que possibilitem o bom desempenho dos responsáveis. Além disso, deve ser lembrado o fato de que quando a municipalidade tiver apenas serviço contratado, pode trazer problemas quando da renovação de contratos.

Na segunda forma, o poder público cria uma empresa e a contrata para a realização dos serviços. A taxa relativa ao serviço pode ser paga diretamente ao município e este paga a empresa, ou, pode ser criada uma tarifa, a ser paga diretamente na empresa. Aqui, algumas das vantagens e desvantagens da coleta feita pela municipalidade podem ser consideradas.

É oportuno transcrever neste momento, a conclusão a que chegou uma sessão dedicada ao assunto "COLETA DO LIXO: PÚBLICA OU PARTICULAR" na Reunião Anual do "Institute for Solid Wastes", Órgão da American Public Works Association - APWA, em 1966.

"Com um edital e um contrato preparados conscientemente, é possível servir melhor à população, utilizando serviço empreitado, à vista do desembaraço que o mesmo dispõe para trabalhar".

Para este sistema, de coleta por contratação do serviço, tem se como vantagem a redução em grande parte, de interferência política e, de inconvenientes alterações no pessoal dirigente.

Através da análise comparativa, este sistema apresenta as seguintes vantagens e desvantagens em relação ao de coleta feita pela municipalidade.

3.2.2.1. *Vantagens*

Entre as vantagens, destacam-se:

- rapidez de aquisição de peças e equipamentos;
- formação de bom corpo de pessoal;
- obtenção de mão-de-obra eficiente;
- melhores rendimento e produção;
- continuidade administrativa;
- redução de interferências políticas;
- operação e manutenção de equipamentos adequados;
- possibilidade de apresentação de serviço de melhor

qualidade;

- o custo do trabalho pode ser calculado no começo do período.

3.2.2.2. *Desvantagens*

Entre as desvantagens, destacam-se:

- dificulta a padronização e continuidade de levantamentos estatísticos;
- o lucro, por ser uma necessidade da empresa pode sacrificar a finalidade básica de proteção à saúde;
- planos a longo prazo dificilmente são implantados;
- abuso quando o controle e fiscalização não são adequados;
- melhoramentos técnicos não trarão economia para o contribuinte;
- prejuízos para o serviço quando há interferência do empreiteiro na política;
- dificuldade na obtenção de dados dos serviços.

3.2.3. Coleta Privada

A coleta privada envolve cidadãos ou firmas, indivi

dualmente ou em grupos limitados, que contratam o serviço de coleta dos resíduos sólidos diretamente de empreiteiros ou empresas.

Este sistema pode realizar um trabalho regular e sistemático, tal como o feito pela municipalidade ou por contratação do serviço pelo município. No entanto, por serem seus negócios privados, dependentes de lucro para sobrevivência, seus serviços são baseados em ordens individuais, tal como companhias de transporte e outras, e, portanto, o atendimento é dado somente aos que o pagam.

Servem geralmente ao comércio e indústria, produtores de grandes quantidades de resíduos sólidos, os quais não são coletados pela municipalidade, quando ultrapassam certos limites fixados pelo serviço de limpeza pública.

São também, usados em bairros não servidos pela coleta normal, mas economicamente significativos, o que os induz à contratação de seus serviços.

A rigor, toda a coleta dos resíduos sólidos de uma cidade, são de responsabilidade da municipalidade, e, aqueles que ficam sem o serviço, procuram sanar esta falha da forma abordada acima. Entretanto, a grande desvantagem deste sistema é que, com o atendimento apenas aos pagantes, são deixados sem recolhimento aqueles não pagantes, o que pode induzir ao lançamento dos resíduos sólidos em terrenos circunvizinhos, calçadas, vias públicas, trazendo com isso, problemas sanitários à região.

3.3. MÉTODO DE COLETA

O método de coleta a ser empregado deve levar em consideração cinco fatores, devidamente estudados, a saber: frequência, horário, ponto, forma e tipo de coleta. Cada fator apresenta suas características, e sua análise criteriosa possibilita a definição do método.

3.3.1. Frequência de Coleta

O tempo necessário ao início do processo de fermentação dos resíduos, e em consequência os problemas decorrentes da putrefação, é que determinará a menor frequência ou periodicidade admissível para a coleta. Em locais onde predomina o clima quente e úmido é recomendável o intervalo máximo de 72 (setenta e duas) horas. No entanto, conveniente é lembrar que o intervalo entre as coletas sucessivas deverá ser suficientemente pequeno, para prevenir o desenvolvimento de odores e moscas ou outros insetos nos resíduos sólidos.

A frequência de coleta tem relação direta com o armazenamento do lixo, e portanto, pode influir na reprodução de moscas, mosquitos, baratas, servindo também de alimento e meio de proliferação à roedores.

Por razões higiênico-sanitárias a frequência diária é a mais aconselhável. Porém, economicamente pode ser a pior

situação, já que quanto menor o intervalo, maior o custo operacional. Em todos os casos devem ser analisadas as frequências que podem ser empregadas, seja a coleta diária, em dias alternados, três, duas ou uma vez por semana, ou ainda, a coleta mista.

3.3.1.1. *Coleta Diária*

A coleta diária, apesar de sanitariamente indicada, é economicamente desfavorável, principalmente pelo elevado custo operacional. É um método adotado por algumas comunidades, sendo realizada em dias úteis da semana, suprimindo-se domingos e feriados. Nesta situação, o dimensionamento do serviço de transporte para os dias posteriores aos domingos e feriados precisa ser devidamente definido, em virtude da acumulação resultante da produção de dois dias. Importante é lembrar que esta acumulação não significa dobrar o volume, pois a eliminação de vazios e as características de produção de resíduos destes dias possibilitam uma certa redução.

A coleta diária, nas características apontadas acima, exigirá viagens extras que precisam ser adequadamente previstas e dimensionadas.

3.3.1.2. *Coleta em Dias Alternados*

A coleta em dias alternados apresenta redução no custo

operacional devido a uma maior economia da frota de transporte e da mão-de-obra, além de redução do percurso de transporte tendo em vista o volume maior de resíduos sólidos existentes por domicílio.

Apresenta ainda como vantagem uma maior uniformidade na quantidade de resíduos a coletar. Entretanto, a definição pelo serviço em dias alternados, leva a necessidade de coleta aos domingos, o que traz como grandes inconvenientes o número de faltas de trabalhadores e uma certa dificuldade para instituir o hábito na população.

3.3.1.3. *Coleta Três Vezes por Semana*

A coleta feita três vezes por semana, apresenta custo operacional menor por motivos semelhantes ao da coleta em dias alternados, com a vantagem adicional de não ter serviço aos domingos. No entanto, por este mesmo motivo, tem-se a desvantagem de existir uma maior quantidade de resíduos a coletar nas segundas e terças feiras, em virtude da acumulação resultante da produção de três dias.

Nestes dias, tornam-se necessárias viagens extras, exigindo muitas vezes o aumento da frota em serviço. Para a solução de problemas deste tipo pode-se estudar a utilização de parte da frota em manutenção preventiva, ou dos veículos de reserva, o que pode contornar o problema sem grandes gastos.

3.3.1.4. *Coleta Duas vezes por Semana*

A coleta feita duas vezes por semana apresenta custo operacional ainda mais reduzido do que os casos anteriores. Com este método tem-se condições de atender uma parcela maior da comunidade, sem serem necessários custos adicionais significativos.

No entanto, esta aplicação deve ser cuidadosamente estudada pois seu emprego depende das condições climáticas da região e da quantidade de material putrescível existente nos resíduos sólidos.

Ao ser empregado este método, será necessária divulgação adequada de forma a orientar a população quanto aos dias de coleta, e, pelo período entre as mesmas, acentuar os problemas decorrentes de lançamento em locais e condições impróprias.

3.3.1.5. *Coleta Uma vez por Semana*

A coleta feita uma vez por semana apresenta o menor custo operacional de todos os métodos descritos até aqui.

Neste caso, poder-se-ia repetir praticamente todos os argumentos citados no item anterior, acrescentando-se com

ênfase significativa que este método, para ter sucesso, só pode ser adotado em locais em que os resíduos sólidos não contenham material putrescível.

3.3.1.6. *Coleta Mista*

Dependendo das condições locais, as cidades podem utilizar a coleta diária no centro e em núcleos comerciais, a coleta em dias alternados em certos bairros mistos, a coleta três vezes por semana em bairros residenciais, a coleta duas vezes por semana em bairros periféricos de acesso mais difícil, enfim, para cada caso, deve ser estudado o método possível e mais adequado.

Assim sendo, pode-se utilizar as mais diversas variações, sempre dependentes de critérios sociais, técnicos e econômicos.

A título de exemplo, o lixo de restaurantes, hotéis e supermercados tem alta porcentagem de resíduos orgânicos, além de serem produzidos em grandes quantidades, o que pode determinar a coleta diária.

A frequência e o atendimento regular são imprescindíveis quando instituídos, pois qualquer falha no serviço, se não sanada com eficiência, traz consequências negativas para a opinião pública, possibilitando a adoção de práticas prejudiciais à saúde pública pelos próprios usuários, que podem

passar a lançar os seus resíduos em terrenos baldios e até mesmo em vias públicas. É portanto, um fator crítico a ser detalhadamente analisado, sendo governado, entre outros, pela quantidade dos resíduos sólidos, pelo clima e pela demanda de usuários. Para a coleta, o máximo período deve ser determinado pelo mais problemático dos fatores, estudados caso a caso, situação a situação.

3.3.2. Horário de Coleta

O horário da coleta está intimamente ligado à frequência. Pode ser usada a coleta diurna, matutina e vespertina e coleta noturna.

O horário deve ser adequado às características da comunidade. A coleta diurna, nas primeiras horas da manhã pode ser utilizada para atender as áreas residenciais, reservando-se para as áreas centrais, comerciais e de grande concentração de população, o final da tarde e a noite.

A coleta diurna, após os serviços nos locais citados, pode abranger bairros mais afastados de menor movimento. Na realidade, o horário a ser definido para as diversas áreas e setores da cidade dependerão sempre de fatores específicos e característicos das diversas comunidades envolvidas.

Qualquer horário de coleta escolhido é válido, desde

que baseado em premissas realistas, e portanto, de aceitação do público a ser atendido, sendo de fundamental importância a comunicação do horário pretendido à população.

Após definido o horário de coleta para os diversos setores, com divulgação aos usuários e população em geral, há necessidade obrigatória de cumprimento do estabelecido, de modo a manter e até ampliar se for o caso, a credibilidade do serviço. Com isso serão obtidos resultados sempre melhores quanto à coleta dos resíduos sólidos, pela possibilidade que apresenta de melhor educar a comunidade, que passa a confiar na administração.

Deve ser lembrado que, entre os fatores que intervem na escolha e definição do horário para a coleta dos resíduos sólidos, um dos principais é a condição financeira da municipalidade, já que o horário depende da frota de veículos disponível.

O estabelecimento da coleta noturna pode ser uma solução econômica que visa a utilização dos mesmos veículos da coleta diurna, o que reduz apreciavelmente o investimento necessário.

Outras considerações positivas da coleta noturna podem ser citadas:

- maior rendimento devido ao trânsito livre, seja durante a coleta, seja no trajeto para as descargas;
- maior facilidade para a conservação da limpeza das

ruas, pois a varrição matinal recolhe os detritos caídos durante a coleta noturna;

- possibilidades de maior produtividade, em virtude do trabalho se desenvolver em temperatura mais amena;
- o serviço passa mais desapercibido à população, díminuindo desta forma possibilidades de atritos com a população.

A título de curiosidade, pode-se citar um inquérito realizado com 743 (setecentos e quarenta e três) domicílios na cidade de São Paulo no ano de 1949, onde os entrevistados, após dois anos de experiência com serviços de coleta noturna, manifestaram-se na sua grande maioria como favoráveis, como se pode observar no quadro a seguir.

ENTREVISTADOS	OPINIÃO	% DOS ENTREVISTADOS
604	Favorável	81,3
136	Contrária	18,3
3	Indiferente	0,4
743	TOTAL	100,0

FONTE: SÃO PAULO (estado). Universidade (35)

No entanto, a coleta noturna apresenta alguns aspectos negativos, entre os quais pode-se citar:

- o ruído nas zonas residenciais, pode incomodar os habitantes locais, trazendo repercussões negativas sobre o serviço;
- em cidades em que o acondicionamento dos resíduos sólidos é feito em recipientes adequados, existem maiores possibilidades de furto dos mesmos;
- a fiscalização, apesar de, pelas características apontadas, ter condições de ser mais rapidamente desenvolvida, pode se tornar deficiente em virtude das condições de trabalho;
- a descarga dos veículos coletores utilizados neste horário deverá ser feita concomitante ao serviço, o que exigirá iluminação nos locais destinados à mesma;
- o custo de operação tende a ser maior do que o da coleta diurna.

No estabelecimento dos horários de coleta, deverá ser considerada a necessidade de manter intervalos entre os diversos turnos a serem adotados, de forma a possibilitar o desenvolvimento dos serviços de manutenção, bem como, prevenir eventuais atrasos, o que poderia interferir no turno seguinte, desorganizando os horários estabelecidos, podendo afetar o bom andamento dos trabalhos e a credibilidade da comunidade.

Outro fator de importância no estabelecimento dos horários de coleta, é a entrada e saída dos funcionários, diurno e noturno, tendo em vista facilidades de transporte, além de

cuidados necessários com a conservação e higienização da frota.

3.3.3. Ponto de Coleta

O ponto ou local de colocação dos recipientes para a coleta, tem sido muitas vezes, um aspecto pouco observado, e esta situação apresenta certa gravidade pois a execução do serviço depende desta definição. Além disso, a eficiência e o custo da coleta tem relação direta com a localização do recipiente.

Os pontos comumente utilizados para a coleta podem ser caracterizados de duas formas básicas, o ponto direto e o ponto indireto.

No ponto direto, o recipiente deve ser colocado na calçada, no alinhamento do muro ou do meio-fio, seja em recipientes rígidos do tipo "lata de lixo" (figura 02), seja em recipientes tipo "sem retorno", como sacos plásticos (figura 01), devidamente padronizados. Neste ponto os coletores tomam os recipientes, levam aos veículos coletores, os esvaziam e devolvem ao mesmo local quando forem recipientes do tipo lata de lixo, ou, os lançam inteiramente quando recipientes do tipo sem retorno.

No ponto indireto, o recipiente é colocado no pátio do próprio domicílio, nos recipientes citados acima. Neste

FIGURA 1 - Recipiente tipo "sem retorno"

FIGURA 2 - Recipiente tipo "lata de lixo"

ponto os coletores adentram os domicílios, recolhem os re cipientes e efetuam o lançamento nos veículos coletores.

Existem aspectos positivos e negativos em ambos os pontos de coleta. Além disso, variações dos pontos citados tem sido adotadas em comunidades diversas, de acordo com peculiaridades específicas.

Para a escolha do ponto a ser adotado, é importante a discussão e análise no que diz respeito à saúde pública e custos.

Entre os aspectos positivos do ponto direto, tem-se:

- redução do tempo de coleta por domicílio;
- menor esforço dispendido pelo coletor;
- velocidade de coleta maior, decorrente;
- redução do tempo global de coleta;
- não há necessidade de adentrar a propriedade do usuário;
- maior economia resultando em menores custos.

Entre os aspectos negativos pode-se destacar:

- exige participação do usuário, quanto a apresentação

do recipiente na rua;

- presença dos recipientes na rua, possibilitando derramamento e espalhamentos de lixo pela ação de animais e desordeiros;
- aspecto estético, quando colocados os recipientes para a espera fora dos horários estabelecidos;
- ampliação das condições passíveis de reclamações pela população;
- maiores possibilidades, ainda que reduzidas, de acidentes com transeuntes devido a localização e conteúdo dos recipientes na espera.

Para o ponto indireto, praticamente invertem-se os aspectos positivos e negativos do ponto direto. Assim, os aspectos positivos são, entre outros:

- o usuário tem menor participação na coleta, quanto a apresentação do recipiente;
- inexistência de recipientes na rua, possibilitando maior limpeza e higiene da cidade;
- aspecto estético favorável, facilitando instituição de hábitos higiênicos à população;
- redução de condições favoráveis à reclamações;
- redução de possibilidades de acidentes com transeuntes devido a recipientes e seus conteúdos.

Já quanto aos aspectos negativos, destacam-se:

- necessidade do coletor adentrar a propriedade do usuário;
- ampliação do tempo de coleta por domicílio;
- maior esforço e trabalho dispendido pelo coletor;
- redução da velocidade de coleta, decorrente;
- aumento do tempo global de coleta;
- maiores custos dos serviços.

Pelas características apontadas para cada ponto de coleta, verifica-se a necessidade de uma análise detalhada de todos os aspectos que possam estar envolvidos, para cada comunidade, para cada cidade, enfatizando-se sempre que o que determinará a escolha serão as peculiaridades locais.

De utilização mais comum em feiras, mercados, supermercados, hotéis e estabelecimentos afins, existe o sistema de utilização de recipientes especiais tipo "container", colocados em pontos de fácil acesso aos veículos especiais de coleta. Para o caso de aplicação em zonas residenciais, estes recipientes são colocados pela municipalidade em pontos estratégicos, onde os munícipes descarregam os resíduos, sendo recolhidos periodicamente para descarga. Quando empregados, devem ser acompanhados de orientação adequada e contínua aos usuários. Sua utilização pode ser justificada em locais de difícil acesso aos veículos coletores, o que propicia desde que devidamente divulgado, uma redução nos lançamentos de resíduos em terrenos baldios e até mesmo nas vias e logradouros. É um modelo a ser seriamente estudado para aplicação pela administração, principalmente em zonas periféricas de

população de baixa renda, inclusive em favela.

3.3.4. Forma de Coleta

A forma de coleta a ser empregada dependerá das características da comunidade. Basicamente, podem ser duas as formas empregadas, a coleta de resíduos separados e a coleta de resíduos misturados.

A coleta de resíduos separados previamente nos domicílios foi praticamente abandonada por ser, para a municipalidade, anti-econômica e para o usuário, de difícil prática.

No entanto, poderá ser interessante sua aplicação em determinados casos, como por exemplo, hospitais, ou quando se deseja melhorar as condições de reutilização de materiais.

Esta forma de coleta necessita de veículos coletores específicos para cada conjunto de resíduos, o que pode onerar de forma acentuada a municipalidade. Entretanto sua utilização sempre exigirá uma análise sanitária, social e econômica.

Já a forma em que a coleta é combinada, de resíduos misturados, representa o método, de uma maneira geral, mais prático e econômico. Os fatores praticidade e economia são, em sua essência, praticamente determinantes para a maioria dos casos, e de utilização marcante no Brasil. No entanto,

dada a velocidade com que novos condicionantes tem surgido na vida das comunidades e estrutura das cidades, estados e países, torna-se importante a análise dos diversos fatores que intervem na escolha do modelo mais apropriado para cada coletividade, fatores estes sanitários, sociais e econômicos.

3.3.5. Tipos de Coleta

Os resíduos sólidos de uma cidade são provenientes das mais diversas atividades e precisam ser, independentemente de sua origem, adequadamente acondicionados e removidos.

A coleta, portanto, deverá atender todos os resíduos sólidos, e, pelas características destes resíduos, permite-se uma divisão da coleta por classes, o que define os tipos de coleta.

Basicamente são os seguintes os tipos de coleta:

- coleta domiciliar;
- coleta dos resíduos de varrição;
- coleta de resíduos hospitalares;
- coleta de resíduos de feiras e similares;
- coleta de resíduos industriais;
- coleta de resíduos comerciais;
- coleta de resíduos especiais.

3.3.5.1. *Coleta Domiciliar*

A coleta domiciliar abrange os resíduos sólidos produzidos nos domicílios, bares, restaurantes, instalações semelhantes, incluindo-se aqui os pequenos estabelecimentos comerciais e industriais.

A apresentação destes resíduos à coleta deverá ser feita em recipientes apropriados, seja em recipientes do tipo lata de lixo seja do tipo sem retorno, porém procurando-se sempre a padronização.

Usualmente são os resíduos desta coleta os mais heterogêneos, o que exige certos cuidados quando do acondicionamento e coleta.

3.3.5.2. *Coleta de Resíduos de Varrição*

A varrição dos logradouros públicos gera uma quantidade apreciável de resíduos, que necessita de remoção.

A varrição, quando manual, deve utilizar para apresentação dos resíduos à coleta, acondicionamento em recipientes padronizados, colocados na calçada ou em depósitos previamente dimensionados e construídos pela municipalidade.

Ja a varrição mecanizada pode apresentar seus resí
duos à coleta de forma mencionada no parágrafo anterior, ou,
quando a quantidade for grande, serem depositados no solo pa
ra posterior transferência ou ainda, se existirem dispositi
vos, serem descarregados diretamente nos veículos coletores.

3.3.5.3. *Coleta de Resíduos Hospitalares*

A coleta destes resíduos, deve, na medida do pos
sível ser da forma separada. Isto porque, são dos mais diver
sos os resíduos produzidos em hospitais e semelhantes, poden
do ser qualificados de modo geral em resíduos séticos e não
séticos dependendo de sua origem.

A apresentação destes resíduos à coleta deve ser
feita em recipientes apropriados, devidamente padronizados e
adequadamente caracterizados de acordo com sua origem. A títu
lo de ilustração podem ser mencionados os sacos de polietile
no. Usados como forro de recipientes ou em simples supor
tes, são uma boa solução para qualquer tipo de resíduo, sendo
conveniente a utilização de cores de acordo com a natureza do
resíduo, de modo a facilitar sua identificação. Estes sacos
podem variar de 20 (vinte) a 100 (cem) litros.

É importante frizar que determinados resíduos, ou
seja os resíduos séticos, que provêm diretamente do trato de doenças
hospitalares exigem cuidados especiais para o acondicionamen
to, e conseqüentemente para a coleta, transporte e destino.

3.3.5.4. *Coleta de Resíduos de Feiras e Similares*

Os resíduos de feiras, mercados e similares são

bastante característicos, tendo em vista o elevado percentual de matéria orgânica contido neles. Devido a isto, acrescido ao fato de serem realizadas em locais públicos, e, principalmente nas ruas, em frente a residências, no caso de feiras, a coleta deve ser feita imediatamente após o término das mesmas.

Estes resíduos podem ser apresentados à coleta em recipientes padronizados quando orgânicos, concentrados no solo quando forem caixas e materiais volumosos ou ainda, em recipientes especiais-containers, onde todos os resíduos podem ser lançados.

Em São Paulo tem sido utilizados containers em feiras com bastante sucesso.

A orientação aos feirantes e usuários quanto à limpeza e higiene das feiras, mercados e similares, bem como a consequente fiscalização devem ser bem desenvolvidas visando o melhor resultado possível, o que reflete, além de benefícios à saúde pública, uma boa imagem à administração dos serviços de limpeza pública.

3.3.5.5. *Coleta de Resíduos Industriais*

O resíduos sólidos de uma indústria podem, por suas características, ser de diversos tipos, ou seja, do tipo domiciliar, de varrição, e, entre os tipos, o chamado resíduo sólido industrial propriamente dito.

Dependendo do tipo, bem como da quantidade de resíduos produzida pelo estabelecimento, pode ser apresentado à coleta em recipientes padronizados, dos modelos utilizados pela coleta domiciliar, sendo descarregados normalmente pelos operários no veículo de coleta. Entretanto, a medida que a quantidade aumenta, passa a haver o interesse na utilização de recipientes especiais de volumes variáveis de capacidade. Estes recipientes especiais podem ser do tipo container (figura 3), que são basculados diretamente nos veículos coletores, por meio de equipamento especial adaptado nos mesmos (figura 4), ou do tipo caixa "Brooks" (figura 5), que são coletados por veículos especiais (figura 6) e levados ao local de destino para serem vazados.

Existem certos tipos de resíduos sólidos industriais, particularmente os resíduos perigosos, tais como: os tóxicos, radioativos, inflamáveis, explosivos e biológicos, que exigem maiores estudos para o seu acondicionamento, coleta e transporte.

3.3.5.6. *Coleta de Resíduos Comerciais*

Os resíduos comerciais são aqueles provenientes de estabelecimentos comerciais em geral, de bares, hotéis, restaurantes, etc.

FIGURA 3 - Recipiente especial tipo container

FIGURA 4 - Equipamento de descarga de container

FIGURA 5 - Recipiente especial tipo caixa Brooks

FIGURA 6 - Veículo especial para caixa Brooks

Quanto a apresentação destes resíduos à coleta, valem praticamente as mesmas considerações mencionadas para os resíduos sólidos industriais.

3.3.5.7. *Coleta de Resíduos Especiais*

Muitos são os resíduos existentes numa cidade que merecem, numa classificação simplista, o termo especiais. Entre eles, aqueles que são de responsabilidade da municipalidade e que devem ser convenientemente tratados, destacam-se os entulhos, folhagens, galhos de arvores, animais mortos, enfim, todos aqueles que, não estando enquadrados nos tipos anteriores, sejam provenientes de atividades ligados à coletividade.

Para a remoção destes resíduos serão empregados os meios que estiverem disponíveis nos serviços de coleta e transporte da cidade, tais como veículos com caçamba comum, caminhões com grades altas e outros.

3.3.5.8. *Análise dos Tipos de Coleta*

Entre os tipos de coleta apresentados, aquele que canalisa as maiores preocupações das administrações municipais é sem dúvida, o de coleta domiciliar, seja pela quantidade de resíduos a ser transportada, o que constitui fator de dimensionamento da frota, seja pelo contato permanente com a população, o que desnuda qualquer problema com a administração dos serviços, seja pelo custo, seja pelas implicações com saúde pública.

Outro tipo que vem ganhando espaço em algumas cidades é o de coleta de resíduos industriais, o que exige das administrações uma atenção especial pelas características que podem apresentar. Atualmente, em geral, vem sendo responsabilidade dos próprios produtores a coleta, o transporte e em certos casos até o destino dos seus resíduos.

Esta situação deve ser estudada cuidadosamente, podendo ser analisada inclusive a hipótese de uma viabilização da ampliação da área de coleta domiciliar às regiões de menores rendas, pela instituição de uma coleta industrial com taxas ou tarifas progressivas aplicadas às indústrias. Estas considerações valem da mesma forma para os resíduos comerciais.

Com o aumento do número de hospitais e assemelhados, pode-se ter ampliada a quantidade de resíduos hospitalares a níveis tais que justifiquem uma coleta especial, aos moldes da que foi instituída no município de São Paulo. As administrações municipais devem acompanhar a evolução destes acontecimentos, tendo em vista principalmente aspectos de saúde

pública.

Os demais tipos, de coleta dos resíduos de varrição, dos resíduos de feiras e similares e, de resíduos especiais, são praticamente coletas "a fundo perdido", já que afetam a todos e por todos são produzidos ou dirigidos, sendo portanto um serviço que deverá ser feito obrigatoriamente pela municipalidade, com seus custos absorvidos pelas outras áreas. Além do mais, mantém uma certa relação percentual permanente com os outros tipos de coleta.

3.4. VEÍCULOS PARA A COLETA

A seleção do equipamento a ser utilizado para a coleta dos resíduos sólidos é fator de fundamentação do serviço e portanto de grande importância no seu planejamento.

A adaptabilidade do equipamento de coleta às situações locais é do maior interesse para que o serviço possa ser eficiente, efetivo, sanitário e ao mesmo tempo tão econômico quanto possível.

São numerosos os fatores que devem ser levados em conta na seleção dos equipamentos destinados à execução dos serviços de coleta e transporte. Além de fatores relacionados a um serviço de coleta, a escolha de determinado tipo de equipamento exige também a análise de diversas características.

Entre os fatores destacam-se, o tipo de resíduo coletado; a frequência, horário, ponto, forma e tipo de coleta; características topográficas da cidade; plano viário, características e condições das ruas; locais de destino; tamanho e zoneamento da cidade; velocidade de tráfego; quantidades e características dos resíduos sólidos produzidos: situação econômico-financeira da comunidade e da municipalidade; itinerários de coleta, todos eles fatores específicos de cada comunidade, e que vão determinar as características essenciais dos veículos e equipamentos a serem utilizados.

Os parâmetros básicos a serem determinados para a aquisição dos equipamentos incluem, o tipo, tamanho e capacidade dos veículos; o tipo e capacidade da carroceria; se equipamento de compactação, o modelo; capacidade de armazenamento do equipamento de compactação, altura da boca de carga; abertura para carregamentos dos resíduos sólidos, impermeabilidade da carroceria; tempo de descarga dos resíduos além de diversos outros fatores de desenho ou construção.

As características a serem analisadas na escolha do tipo de equipamento, bem como a apresentação e descrição dos mesmos serão desenvolvidas no capítulo referente ao serviço de transporte. Estas características são de extrema importância, entre outros aspectos, para o rendimento dos serviços.

3.5. *EQUIPE DE COLETA*

O serviço de coleta utiliza grande quantidade de

mão-de-obra. Para a operação do serviço de coleta o dimensionamento de pessoal é muito importante, estimando-se em torno de 5 (cinco) os elementos necessários à formação da equipe. Sendo assim, existem certos requisitos administrativos básicos que devem ser observados para que se obtenha um bom desempenho na execução dos serviços. Estes requisitos compreendem principalmente uma adequada política salarial associada ao desenvolvimento de recursos humanos, através inclusive de treinamento contínuo do pessoal.

O treinamento dos coletores, além dos aspectos técnicos, deve abordar com ênfase aqueles de relações humanas. Deve-se dar destaque aos cuidados com a propriedade alheia, aos cuidados nos contatos com munícipes, a apresentação ao trabalho com os uniformes em ordem, a importância do trabalho que desenvolve.

Desta forma, pretende-se que os elementos adequadamente treinados, com compreensão da importância de seu trabalho, apresentem tendências para tratar com cuidado a propriedade alheia, a serem mais corteses e educados para com o munícipe, obtendo-se com estes procedimentos uma melhoria contínua dos serviços, uma contínua aceitação pública e consequente aumento do respeito da população pelos funcionários e pela administração dos serviços. Com isso tem-se condições de se ter um efetivo serviço de coleta e transporte dos resíduos sólidos.

Devem ainda ser ministradas às guarnições, informações referentes aos serviços de responsabilidade das entidades a que estão subordinados diretamente, para que possam responder às perguntas formuladas por transeuntes, usuários dos serviços, enfim, pela população.

No entanto, tudo isto deverá ser acompanhado de uma política salarial justa, já que o pagamento adequado ajudará no recrutamento e possibilitará a contratação de indivíduos de melhores condições, o que poderá facilitar e produzir um melhor serviço, apresentando condições mais favoráveis de trabalho.

Nos casos em que tais condições não são observadas, verificam-se descontentamentos, tanto dos funcionários como da população, acarretando falta de maiores cuidados na coleta, com recipientes danificados, derramamentos de resíduos pelas ruas, com aumento da população de vetores e influindo, inclusive, nos cuidados pessoais tomados com a segurança do trabalho, pois há riscos de acidentes com os detritos.

A importância social e estética dos serviços de limpeza pública, em especial os de coleta e transporte, pelas suas ligações diretas e permanentes com a comunidade, exige maior atenção dos poderes públicos para a adequação do pessoal relacionado aos serviços, e fazendo com que esta área seja uma aspiração dos operários pelas vantagens que vier a oferecer, e não como se tem verificado em alguns municípios, em que por vezes os quadros da limpeza pública são utilizados para a transferência de indisciplinados, incompetentes e ineficientes de outras áreas.

O uso de uniformes, contendo equipamento de proteção individual, em serviço deve ser obrigatório, possibilitando padronização do pessoal e reconhecimento fácil e preciso dos servidores pela população. No entanto, o principal aspecto do uso de uniforme completo é o sanitário, para que os fun

cionários sejam protegidos do contato direto com os resíduos, em virtude do manuseio do lixo se constituir um possível risco para a saúde do mesmo.

O uniforme é variável de acordo com a função desenvolvida pelo funcionário na equipe de coleta. Sendo assim, passa-se a descrição das diversas unidades que podem compor os uniformes para cada função.

3.5.1. Uniformes da Equipe de Coleta

Basicamente as unidades que podem compor os uniformes são a roupa; capacete, bonê, luva, capa, calçado, colete refletivo e plaqueta de identificação.

Macacão, calça, blusa e guarda-pó são designados por roupa. Confeccionadas em algodão, brim ou tergal, podem-se utilizar cores para designação de setores, hierarquia e outros.

O capacete, de material rígido duro, com carneira ajustável e jugular para regulagem. O símbolo ou nome da entidade deve ser gravada no ressaltado frontal do mesmo, podendo-se utilizar cores para designação de setores, hierarquia e outros, da mesma forma que a roupa.

Alternativa do capacete para funções que não o exigem, é o boné. Confeccionado em brim, deve ter a mesma inscrição do capacete, podendo-se utilizar cores da forma mencionada acima.

A luva, confeccionada em raspa de couro com reforço interno e punho de sete centímetros, deve ser utilizada pelos coletores.

Em dias de chuva, torna-se importante o uso de capa, confeccionada em nylon ou PVC com forro de brim, para proteção dos funcionários. Poderão ser utilizadas cores da forma já citada.

O calçado a ser empregado poderá ser do tipo topa-tudo, ou sapato, ou bota, dependendo das condições de uso, facilidades de aquisição e praticidade para o trabalho, distribuídos por função.

Para utilização em períodos de pouca visão e noturnos, deve ser previsto colete refletivo. Podem ser confeccionados em tecido plastificado e refletivo, nas cores alternadas branca e laranja. De utilização dirigida para os coletores.

A plaqueta de identificação deve ser utilizada à altura do peito por todos os funcionários em serviço, contendo os dados de registro, função e nome. Esta plaqueta, além de atender aos objetivos de disciplina, facilita as relações com a coletividade.

A seguir é apresentado um quadro, com a indicação do uniforme por função.

QUADRO 1

Uniforme a ser Utilizado pela Equipe de Coleta por Função

UNIFORME ATIVIDADE FUNCIONAL	ESPÉCIE					COR					TECIDO		EQUIPAMENTO					OBSERVAÇÃO				
	Macacão	Calça	Blusa	Guarda-Pô	Capacete	Bonê	Amarelo	Azul	Cinza	Verde	Vermelho	Algodão	Brim	Tergal	CAPA		Luva		Colete	CALÇADO		Plaqueta
FISCALIZAÇÃO																						
COLETOR DIURNO																						
COLETOR NOTURNO																						
MOTORISTA																						

O quadro apresentado pode ser utilizado por qualquer administração, variando as unidades de acordo com as peculiaridades locais. As indicações ali feitas servem como exemplo de uma equipe de coleta.

Chama-se a atenção dos responsáveis por estes serviços, que é dever social e sanitário da entidade, fornecer e exigir o uso de uniforme, caracterizado como vestuário espe

cializado.

3.5.2. Fiscalização de Equipe de Coleta

A fiscalização da coleta merece cuidados especiais tendo em vista ter grande responsabilidade pela eficiência e bom andamento dos serviços. O pessoal que terá esta responsabilidade deverá ser criteriosamente selecionado, passar por uma fase de treinamento e sofrer aperfeiçoamento constante.

Uma forma de seleção de fiscais para o serviço é o aproveitamento de motoristas do próprio quadro da entidade, que tenham demonstrado responsabilidade e espírito de liderança, destacando-se na função até então desenvolvida. Desta maneira, e desde que tenham escolaridade aceitável, o cargo de fiscal passa a ser almejado dentro da evolução funcional.

Assim, quando escolhidos, passam por um período de treinamento relativamente rápido e podem iniciar suas novas funções.

A fiscalização exigirá uma equipe, prevendo-se fiscais para as coletas diurna e noturna, sob a orientação de um encarregado geral da fiscalização, que pode desenvolver também a fiscalização em horários de maior frequência dos serviços de coleta, transporte, pesagem e descarga.

Serão atribuições da fiscalização os cuidados com as guarnições e suas atividades

Quanto as guarnições, os fiscais deverão efetuar a conferência dos elementos que as compõem antes, durante e após a coleta, observando se estão devidamente uniformizados e com seu ferramental completo.

Os serviços devem ser efetuados sem algazarras, barulho e conversas em voz alta, ao mesmo tempo que os recipientes devem ser colocados nos locais de origem e não jogados de qualquer jeito na calçada.

A ingestão de bebidas alcoólicas durante o serviço, a solicitação de propinas e semelhantes pelos serviços prestados, bem como a separação de sub produtos dos resíduos coletados por qualquer dos membros da guarnição devem ser imediatamente corrigidos.

A observação quanto ao recolhimento da totalidade dos recipientes do setor, aliada à verificação se os resíduos derramados durante a coleta foram removidos de forma a não deixar vestígios, é importante atribuição da fiscalização para a imagem do serviço.

Sempre que houver acidente num setor, seja com elemento da guarnição, seja com veículo, as providências de socorro, preenchimento de Boletim de Ocorrência e informações aos responsáveis pelo serviço, serão de responsabilidade da fiscalização. Da mesma forma, toda e qualquer providência em

caso de pane do equipamento deverá ser tomada pela mesma.

As mudanças de itinerário somente poderão ser aceitas em caráter excepcional e devidamente justificadas.

Sendo função da fiscalização a obtenção do cumprimento da rotina de trabalho, o atendimento aos padrões de serviço estipulados, a obediência aos horários e velocidade estabelecidos, deverão estar em constante supervisão e preparados para orientação sempre que necessário.

Para o controle das atividades, os fiscais poderão utilizar formulários desenvolvidos pelos serviços, com dados característicos da região, contendo informações sobre o carro fiscalizado, horário, local, irregularidades observadas, providências tomadas e demais informações julgadas necessárias.

3.5.3. Coletores e Motoristas

Os coletores e motoristas deverão trabalhar sempre bem uniformizados. Seus procedimentos e responsabilidades são aqueles destinados ao bom andamento dos serviços e que são objeto de supervisão e fiscalização, como descritos anteriormente.

Nestas equipes podem ser os motoristas os chefes de

equipe, cabendo a eles a responsabilidade maior pelo desenvolvimento dos trabalhos, possuindo, além das atribuições próprias do cargo de motorista, o encargo de fiscalizar o trabalho e a conduta da equipe do veículo sob seus cuidados, observados os tópicos abordados no item anterior para a fiscalização. Este inclusive o motivo pelo qual se pode utilizar o motorista que se destaca, na equipe de fiscalização.

A administração deverá, observadas as peculiaridades locais, elaborar as normas, regulamentos ou manuais de procedimento que julgar necessárias para o melhor desempenho das equipes e, conseqüentemente melhor prestação de serviços.

3.6 COOPERAÇÃO POPULAR, EDUCAÇÃO E RELAÇÕES PÚBLICAS

A implantação de serviço de coleta em uma comunidade tem dependência da cooperação da população. Esta cooperação torna-se necessária em diversas etapas do sistema de resíduos sólidos, desde o acondicionamento adequado no domicílio até o destino que é dado aos resíduos, passando pela coleta e transporte dos mesmos.

O sistema de coleta, as condições de acondicionamento e apresentação dos resíduos à coleta, e o método de coleta, abrangendo frequência, horário, ponto, forma e tipo de coleta, são ítems que devem ser do perfeito conhecimento do público.

Numa comunidade em que exista compreensão das atividades desenvolvidas pelo serviço de limpeza pública, bem como, da importância sanitária do acondicionamento adequado dos resíduos, da utilização de recipientes padronizados e em boas condições, da localização do recipiente para a coleta, do atendimento às normas de apresentação dos resíduos em frequência e horário devidamente definidos, os serviços são melhor prestados com resultados sanitários e econômicos significativos.

Para a obtenção destas condições de cooperação, muito significativa é a educação recebida desde os cursos de alfabetização. No entanto, enquanto são observadas falhas no ensino, com frequente ausência de noções de educação sanitária nos diversos campos da atividade humana, verifica-se também em alguns municípios certo desleixo pela divulgação e execução dos serviços de coleta de resíduos sólidos. Portanto, aliado à educação escolar, deverá ser organizado um serviço de educação sanitária que desenvolva educação continuada junto à população e promova campanhas periódicas de elucidação pública.

A divulgação permanente dos serviços desenvolvidos pela municipalidade no campo de atuação ligado aos resíduos sólidos, bem como a orientação quanto às atividades de responsabilidade da comunidade, aliada à informação de toda e qualquer alteração procedida, desde que necessária, dos horários, itinerários, e demais ítems, são tarefas que devem ter caráter normal e rotineiro.

Imperioso é, portanto, o desenvolvimento de um serviço de educação sanitária, destinado a obter e ampliar a coopera

ção da população para os serviços de limpeza pública.

Todo sistema de prestação de serviços à comunidade, entre eles o de limpeza pública, e, particularmente o de coleta e transporte, pelas suas características está em constante e direto contato com a população.

Desta forma, repete-se aqui a afirmativa anteriormente feita de que os funcionários podem desenvolver seus contatos com a comunidade objetivando uma maior receptividade dos serviços. Aqui apresenta-se uma posição excelente para a demonstração da capacidade de trabalho e consolidação das relações públicas da administração municipal.

É conhecimento corrente que a imagem de um serviço deve ser boa perante a comunidade atendida, para que haja maior cooperação e respeito de seus usuários. Tal situação pode se refletir imediatamente no custo dos serviços, além da possibilidade de atuação política.

Isso posto, deverá ser estudada, pelos sistemas de resíduos sólidos, a necessidade de utilização de um serviço de relações públicas ou de comunicação social, na prestação de atendimento ao público, no tocante às reclamações dos usuários e da comunidade, bem como na divulgação e recepção de informações recebidas, sugeridas, tratadas e necessárias.

A este serviço de relações públicas caberia, portanto, o treinamento de funcionários da coleta para o estabelecimento de boas relações com a comunidade atendida; a utilização

de funcionários eficientes e agradáveis no contato pessoal com o público; o desenvolvimento de um sistema eficaz de correspondência, com respostas rápidas, corteses e precisas; a atuação de um setor de atendimento telefônico, com pessoal atencioso e voz agradável para casos de reclamações, solicitações de informações e contatos com outros órgãos; o desenvolvimento de um trabalho mais profundo em comunicações sociais, dando cobertura aos diversos programas e serviços de um sistema de limpeza pública, entre outros.

Para a implantação de serviços desta natureza são necessários estudos específicos, averiguando-se, além de sua real utilidade face as características da comunidade e do sistema de limpeza pública, também a possibilidade de ser comportado pela entidade responsável.

Importante é frisar que nenhum ato é tão pequeno ou tão grande que não deva ser estudado e analisado como parte integrante de um programa.

4. SERVIÇO DE TRANSPORTE

4. SERVIÇO DE TRANSPORTE

O sistema de resíduos sólidos, responsável pela remoção dos resíduos desde a origem até o seu tratamento e/ou disposição final, exige para a coleta e transporte uma determinada quantidade de veículos, a ser fixada com base nas necessidades.

Para que o serviço de transporte corresponda a um trabalho eficiente e adequado, devem ser utilizados veículos e equipamentos apropriados que satisfaçam determinados requisitos. Sendo assim, devem ser cuidadosamente analisados os modelos de veículos e equipamentos, conhecidos como veículos coletores, existentes e disponíveis no mercado, objetivando-se maior rendimento dos serviços, e partindo-se de uma maneira geral, para aqueles que maior proveito possam trazer.

Desta forma, devem ser verificados, estudados e analisados os aspectos e suas implicações de ordem sanitária, econômica, estética e de segurança do trabalho, para cada modelo existente, e dentro do contexto em que será utilizado.

Por absorverem uma parcela ponderável do orçamento da entidade responsável pelos sistemas de resíduos sólidos, os estudos e análises dos veículos coletores existentes, a organização, o dimensionamento, a operação e manutenção dos serviços de coleta e transporte, devem, por serem tarefas eminentemente técnicas, exigir a participação de pessoal competente e experiente. A escolha dos veículos coletores e as dimensões dos serviços, variam de acordo com o tamanho, características e condições das comunidades, sendo de máximo interesse a análise das peculiaridades, vantagens e desvantagens dos veículos

coletores em relação às comunidades, aos serviços, aos funcionários, às condições da entidade responsável, enfim, características gerais de interesse sanitário, econômico, estético e de segurança.

4.1. CARACTERÍSTICAS A SEREM ANALISADAS NA SELEÇÃO

De acordo com dados estatísticos divulgados por entidades ligadas ao problema de resíduos sólidos, a quantidade de resíduos per capita vem crescendo nos últimos anos, concomitantemente com a diminuição do seu peso específico. Este fenômeno tem-se verificado devido ao maior consumo de papel, papelão e plástico pela comunidade, em relação aos demais componentes físicos dos resíduos sólidos de algumas cidades brasileiras, como pode ser observado na Tabela 2, apresentada a seguir:

TABELA 2

Componentes Físicos dos Resíduos Sólidos de
Algumas Cidades Brasileiras (% em Peso)

COMPONENTES		ÁREAS METROPOLITANAS E DISTRITO FEDERAL					
		FORTALEZA	SÃO PAULO	RIO DE JANEIRO	BELO HORIZONTE	PORTO ALEGRE	DISTRITO FEDERAL
PAPEL		22,59	21,8	33,72	16,77	24,92	22,04
PAPELÃO			7,8				4,13
MADEIRA		3,58	0,8	1,13	0,93	0,55	2,50
TRAPOS		3,52	1,5	3,30	2,19	2,18	3,61
COURO		0,37	0,4	0,25	0,28	0,89	0,35
BORRACHA		0,22	0,3		0,09	0,06	0,24
PLÁSTICO DURO		8,20	2,6	3,13	1,90	1,00	0,48
PLÁSTICO MOLE			6,4			2,12	1,89
MATERIAL ORGÂNICO PUTRESCÍVEL	FOLHAGENS, FOLHAS		6,8	3,79			4,19
	VERDURAS E FRUTAS	15,05	23,2	15,72			14,57
	RESTOS DE ALIMENTOS		7,7			0,98	
	ANIMAIS MORTOS		0,1				
META- LICOS	METAIS-LATAS	7,34	5,3		3,32	2,60	2,89
	METAIS FERROSOS		0,1	3,02		0,05	0,18
	METAIS NÃO FERROSOS		0,6	0,19			0,13
VIDRO		3,32	5,0	2,67	2,07	1,68	2,83
LOUÇA				1,63	0,38		0,24
ENTULHO						1,15	
OSSOS						0,44	0,50
MISTO-MATERIAL RESTANTE				31,45	69,88	61,52	0,09
TERRA E SIMILARES		35,41	9,6				33,37
UMIDADE		60,18	45,9	49,54		50,00	49,70
PESO ESPECÍFICO - Kg/m ³		252,55	173,33	239,40	223,00	270,00	200,00

FONTE: PROPOSIÇÕES BÁSICAS PARA UMA POLÍTICA BRASILEIRA
DE LIMPEZA PÚBLICA (32)

Com base nestas características, podem ser empregados veículos coletores especiais, com compactação, aumentando-se a taxa de compressão do equipamento o que permite quando necessário, diminuir o volume da carroceria mantendo a mesma capacidade. Desta forma pode-se solucionar certos problemas com o tráfego, pela melhora na condução dos veículos em determinadas regiões.

São necessários conhecimentos das condições locais das áreas a coletar, distribuição da população, grau de desenvolvimento e industrialização, tipos de atividades industriais, revestimento, condições e características das vias públicas, topografia, condições climáticas e meteorológicas, composição e tipo dos resíduos sólidos.

Cada vez maior importância é dada ao fator capacidade do equipamento, devido a certas características inerentes a ele, como poderão ser vistas quando de sua descrição.

Certas condições deverão ser satisfeitas, portanto, para a escolha de um determinado equipamento destinado a coleta e transporte dos resíduos. Para cada caso haverá a necessidade de serem satisfeitas as condições que forem mais adequadas. Sendo assim, toda administração deverá atentar para as condições para seleção, que são descritas a seguir, destacando aquelas que melhor se enquadrem às suas possibilidades

Estas condições podem ser listadas de acordo com suas características, sob o ponto de vista sanitário, econômico, estético e de segurança.

4.1.1. Condições Sanitárias

O veículo coletor deve ser constituído de material liso e fácil de lavar, não sendo recomendável a existência de cantos, arestas ou reentrâncias no interior da carroceria. Além disso, todas as partes componentes do mesmo devem ser acessíveis.

Tais condições são necessárias, pois, após cada período de coleta, devem ser lavados e desinfetados, o que evita acúmulo de resíduos e consequente decomposição de material orgânico existente, impedindo exalação de odores desagradáveis à população e aos funcionários que tenham contato com os equipamentos.

O equipamento de armazenamento dos resíduos deve ser de material impermeável, construído de forma a permitir perfeita vedação. Estes cuidados evitarão vazamento de resíduos em vias públicas e demais circunstâncias, contribuindo para a boa imagem dos serviços e deixando de contribuir com alimentos para a população de vetores e para a formação de odores desagradáveis.

A construção do veículo coletor deve seguir um desenho que dificulte ao máximo a chamada "catação", atividade de desenvolvida pelos coletores através da separação de resíduos durante a coleta visando aproveitamento econômico dos mesmos. Pela "catação" o operário passa a ter maior contato com os resíduos, o que é inconveniente do ponto de vista sanitário, possibilitando acidentes com materiais cortantes e

outros.

A coleta e o transporte devem ser efetuados com o mínimo de barulho, exigindo de seus equipamentos o atendimento a determinadas normas construtivas relativas a redução de ruído. Principalmente a noite, o ruído da coleta pode afetar a comunidade, interferindo em seu salutar direito ao sono, e, conseqüentemente seu bem estar.

Não devem e nem podem ser negligenciados os requisitos de higiene para as operações de carga, armazenamento, transporte e descarga, sendo interessante para esta última, um sistema mecânico que evite contato do coletor com os resíduos.

4.1.2. Condições Econômicas

A constituição dos equipamentos deve ser forte e de material resistente. Esta condição está associada ao trabalho de descarga dos recipientes de acondicionamento, onde os coletores utilizam as constantes batidas na carroceria para obterem o desprendimento dos resíduos.

Além desta circunstância, inclui-se aquela referente a existência de todo tipo de resíduo, alguns de grande resistência.

O revestimento interno da carroceria deve ser de

material resistente à corrosão, como chapas de aço. Tal condição deve ser observada, visto a possibilidade dos resíduos serem, pela sua composição, bastante corrosivos.

Em complementação a condição sanitária quanto ao problema da "catação", economicamente esta situação pode trazer grandes prejuízos à municipalidade. Esta possibilidade decorre do tempo perdido pelos operários para a separação dos resíduos, associado em certos casos à redução da capacidade do veículo coletor, decorrente do espaço utilizado para a guarda do resíduo da catação.

Os veículos coletores devem possuir ampla abertura de carregamento, de modo a possibilitar o esvaziamento simultâneo de vários recipientes. Com esta condição obtem-se maior velocidade de coleta. Tal situação pode ser ampliada, utilizando-se equipamento que contenha compartimento de carga com boa capacidade.

A possibilidade de carregamento em movimento, principalmente para casos de grandes quantidades de resíduos pode ser um aspecto importante a ser considerado.

Um sistema mecânico de descarga evita perda de tempo, aumentando também, desta forma, a velocidade de coleta e transporte.

O fator capacidade de carga do veículo coletor tem aumentado de importância a medida que maiores se apresentam as concentrações de resíduos por área. Além disso, a possibil

dade de reduzir a quilometragem percorrida pelo menor número de viagens necessárias para descarga dos resíduos, relacionada aos custos cada vez maiores de combustível, peças, acessórios, enfim de manutenção, tem peso apreciável na seleção do equipamento.

O equipamento a ser utilizado deve ser analisado conjuntamente com o veículo, em que são aspectos de grande importância o motor, o tipo de combustível, o chassi e demais componentes a serem empregados, tendo em vista características de topografia, tipo e condições de revestimento das vias, dimensões das más condições de tráfego, entre outros.

Para certas entidades, o custo inicial de investimento, pode, em certos casos, se tornar fator dos mais importantes. Desta forma, pode até ser fator limitante de escolha. No entanto deverão ser esgotados todos os recursos, seja através de financiamento, seja através de programas especiais, antes de se passar à aquisição dos veículos coletores.

A análise econômica criteriosa, associada à análise sanitária, estética e de segurança, é fator de fundamental importância para o bom desempenho dos serviços.

4.1.3. Condições Estéticas e de Bem Estar

Na maior parte das vezes, as condições estéticas estão

relacionadas às condições sanitárias, como se perceberá no exposto, que reitera algumas recomendações já mencionadas.

Os equipamentos de coleta deverão ser lisos em seu interior, sem cantos, arestas ou reentrâncias, possibilitando fácil acesso a todas as partes componentes. Com estes cuidados, evitar-se-á retenção de resíduos no equipamento, facilitando a lavagem e desinfecção dos mesmos, inexistindo desta forma exalação de odores desagradáveis que prejudicam o bem estar da comunidade. Além disso, veículos limpos causam boa imagem à população, sendo esteticamente agradáveis à coletividade.

Outro aspecto que deve ser considerado é o da estrutura impermeável e de perfeita vedação. Com isso evita-se o vazamento de resíduos em vias públicas, evitando a visão desagradável de resíduos espalhados quando sólidos e a formação e exalação de maus odores quando líquidos. São características que, quando negativas interferem no bem estar das comunidades.

Em complemento a fase de aquisição, deve-se utilizar uma pintura externa agradável, de fácil limpeza e conservação e que permitam rápida identificação pelos usuários e fiscalização.

4.1.4. Condições de Segurança

Os veículos coletores deverão ter seu compartimento de

carga a uma altura por volta de 01 (hum) metro do solo. Com este procedimento estar-se-á dando condições melhores de trabalho às guarnições, facilitando a descarga dos recipientes, diminuindo as possibilidades de acidentes com os mesmos, a lém de reduzir os riscos de alterações da saúde mais frequentes, de esforços físicos dissimétricos continuados ou intensos, que podem ocorrer no caso de alturas de carga elevadas.

A localização da abertura de carregamento na parte traseira do veículo coletor apresenta maiores vantagens em cidades de maior porte ou que tenham tráfego acentuado. Nesta situação, a localização traseira reduz os riscos de acidentes por atropelamento, quando comparada com a abertura de carregamento localizada na parte lateral do veículo. Esta localização lateral, em locais de trânsito intenso assume maiores riscos de atropelamento, seja por veículos em circulação, seja pelas rodas traseiras do próprio veículo coletor.

O sistema de carregamento do veículo coletor deve ser mecânico, de forma a reduzir ao máximo o contato, da guarnição com o equipamento de carga quando em funcionamento, e da guarnição com os resíduos sólidos, visando impedir a catação, e, conseqüentemente os riscos de acidentes.

O sistema de descarga dos resíduos deve ser mecânico, diminuindo ao máximo a possibilidade de contato dos funcionários com o equipamento em funcionamento e com os próprios resíduos que estão sendo descarregados.

A pintura dos veículos coletores, além de dever ser de cor agradável, conforme já mencionado, deve conter sinais de atenção e perigo que facilitem a percepção dos motoristas em trânsito

e possibilitem a tomada de maiores cuidados nas proximidades dos locais onde se desenvolve a coleta, para a proteção das guarnições em serviço.

De uma forma geral, grandes avanços tem se verificado nos últimos anos, no projeto e construção dos equipamentos de coleta, o que permite atualmente uma escolha racional dos mesmos.

4.2. TIPOS DE VEÍCULOS COLETORES

Devido ao aumento crescente dos resíduos sólidos produzidos pelas comunidades, bem como a progressiva ampliação dos serviços visando atender a um número cada vez maior de domicílios, tem havido interesse de algumas entidades e empresas, no desenvolvimento e aperfeiçoamento de operações e equipamentos de coleta e transporte.

Existem no mercado, diversos modelos de veículos e equipamentos especializados para os serviços de coleta e transporte, cada um deles com suas características próprias. Entre os modelos de veículos coletores existentes no mercado brasileiro, pode-se fazer uma classificação geral, dividindo-se em dois grupos, os veículos coletores com carrocerias comuns e os com carrocerias especiais.

4.2.1. Veículos Coletores Comuns

Os veículos coletores comuns são os mais difundidos

no país, sendo encontrados dois modelos em uso, o de caçamba aberta e o tipo Prefeitura ou convencional.

4.2.1.1. *Veículo Coletor Comum de Caçamba Aberta*

Este modelo tem como característica básica a caçamba, construída em chapas de aço, com a parte superior aberta, com capacidade variável, usualmente de 05 a 10 metros cúbicos. (figura 7).

Podem ser utilizados como veículos coletores para resíduos provenientes da varrição, entulho, poda de árvores e semelhantes, animais mortos, além de resíduos volumosos inertes, tais como restos de mudança, fogões, móveis e geladeiras velhos e outros.

A montagem destas caçambas abertas é feita sobre chassi equipado com tomada de força para permitir a descarga por basculamento.

Pelas características apontadas, são veículos coletores quase que restritos a resíduos inertes e volumosos. Podem, inclusive, ser utilizados para outros serviços da municipalidade, após lavagem e desinfecção quando for o caso.

Apresentam o mais baixo custo dos veículos coletores,

não sendo, no entanto, recomendável seu uso para a coleta de resíduos domésticos.

Possuem ainda como aspectos positivos, resistência e simplicidade de construção, além de ter peso relativamente pequeno para o volume de carga útil.

No entanto, devem ser citados os aspectos negativos da utilização de um veículo coletor deste tipo para o serviço de coleta e transporte:

A altura de carregamento excessiva; exigência de funcionário no interior da caçamba para auxiliar na descarga dos recipientes e na arrumação dos resíduos; facilidade para o desenvolvimento da catação no interior da caçamba; espalhamento dos resíduos pela ação do vento quando em circulação; entre outros.

Este tipo de veículo coletor não deve ser utilizado na coleta e transporte da maioria dos resíduos sólidos, sendo de valia somente em casos especiais.

4.2.1.2. *Veículo Coletor Convencional*

Os veículos coletores convencionais ou tipo Prefeitura como são também conhecidos, tem larga utilização no país,

FIGURA 7 - Veículo coletor comum - caçamba aberta

FIGURA 8 - Veículo coletor convencional

sendo fabricados por diversas indústrias de carrocerias. (figura 8).

Este modelo, construído em chapas de aço, com capacidade variável, de 06 a 10 metros cúbicos, tem como característica básica a parte superior abaulada, sendo fechada usualmente com tampas de correr.

A montagem destas carrocerias é feita sobre chassis equipado com tomada de força para permitir a descarga por basculamento.

É largamente difundido o seu uso devido ao seu preço acessível, sendo encontrado nos serviços de limpeza pública de muitas cidades brasileiras que possuem serviço de coleta e transporte mecanizado.

Para sua utilização existem aspectos que devem ser analisados.

Além da vantagem de custo acessível, pode-se citar suas características de resistência e simplicidade do equipamento, assim como o peso relativamente pequeno para o volume possível de carga útil.

A estes aspectos acrescenta-se aquele de facilidade de manutenção do equipamento, importante fator a ser considerado, principalmente em cidades mais distantes de maiores recursos.

Sendo os veículos coletores mais difundidos no país, é importante a análise dos aspectos negativos que apresentam.

A altura da abertura de carregamento, do solo, é muito alta, provocando desgaste físico na guarnição, o que amplia as possibilidades de acidentes e de alterações na saúde dos trabalhadores.

Exigem a presença e permanência de um funcionário no interior da carroceria para atuar na recepção e arrumação dos resíduos, e prestar auxílio, quando necessário, na descarga dos recipientes. Esta situação obriga o trabalhador a manter contato com os resíduos imundos, o que, além dos problemas de saúde pública oriundos, facilita a "catação" de resíduos.

A "catação" prejudica, além da saúde do trabalhador, a coleta, seja com relação ao tempo perdido com a seleção de resíduos, atrasando os serviços, seja com relação ao espaço utilizado na carroceria para o armazenamento do produto catado, reduzindo a capacidade de coleta.

Pela circulação do veículo coletor com tampas semi-abertas, parte dos resíduos podem se espalhar pelas ruas do seu trajeto, por ação do vento. Este espalhamento pode ser agravado pela queda de material no momento da descarga do recipiente, quando são necessárias batidas nos bordos da carroceria, para obtenção do desprendimento dos resíduos, normalmente em posição não adequada.

Considerando-se o baixo peso específico dos resíduos

sólidos, a simples descarga dos recipientes na carroceria, sem possibilidade de um tratamento de compactação, traz como consequência o não aproveitamento da capacidade total de carga do chassis. Esta situação influi negativamente no fator custo dos serviços.

Fazendo-se um balanço geral das vantagens e desvantagens deste tipo de veículo coletor, verifica-se que, para a coleta e transporte de resíduos sólidos domésticos vem sendo recomendado a sua gradual substituição por veículos coletores especiais.

No entanto, esta recomendação é válida, como foi dito, para a coleta e transporte dos resíduos sólidos domésticos de uma forma geral, existindo certos casos em que os mais indicados são justamente eles, os veículos coletores convencionais.

Desta forma, verifica-se a recomendação de seu uso em regiões de topografia acidentada, em zonas periféricas de vias não pavimentadas e/ou em mau estado de conservação, e também para coleta e transporte de resíduos de varrição e certos resíduos volumosos.

Seu uso em regiões de topografia acidentada se faz de forma relativamente segura, sendo defendido por não ser aconselhável a utilização de veículos coletores especiais devido ao desgaste mecânico e consequente custo de manutenção, motivado pela existência de maior quantidade de peças e partes delicadas e caras.

Em zonas periféricas, de vias não pavimentadas e/ou em mau estado de conservação, os esforços a que podem ser submetidos os veículos coletores especiais, em virtude de sua capacidade de carga, são ampliados, aumentando os riscos de quebras, desgaste mecânico e consequente custo de manutenção, o que os desaconselham. Aqui, portanto, os veículos coletores convencionais podem ser extremamente úteis.

Determinados tipos de resíduos e os de varrição, pelas suas características não são ou não podem ser compactados. Nestes casos, o uso de veículos coletores especiais é um desperdício, e, mesmo, em alguns casos, prejudicial e desnecessariamente caro.

Portanto, a utilização ou não de veículos coletores convencionais vai depender da análise detalhada dos diversos aspectos interferentes.

4.2.2. Veículos Coletores Especiais

Os veículos coletores especiais vem sendo utilizados cada vez mais por serviços de limpeza pública, onde os responsáveis já adquiriram conhecimentos e experiência suficientes para poderem decidir pela realização de uma coleta e transporte mais correta.

Estes veículos são montados com carrocerias especiais, que podem ser acopladas a chassis de grande capacidade de

carga, sendo dotados de dispositivo de compactação dos resí
duos. Existem modelos diversos, fabricados por empresas na
cionais, com licença de empresas estrangeiras.

Experiências levadas a efeito com veículos coletores
especiais, demonstraram que o serviço de coleta e transporte
pode ser melhor realizado quando estes são utilizados.

Em observações feitas pelo Departamento de Limpeza
Urbana de São Paulo verificou-se um rendimento maior dos
especiais em relação aos convencionais. Este maior rendimen
to foi verificado percentualmente em três itens específicos,
a saber: por viagem realizada, por hora de trabalho e por
quilometro rodado, como pode ser visto no quadro 2.

QUADRO 2

Rendimento de Veículos Coletores Especiais em Relação a
Veículos Coletores Convencionais, em termos Percentuais

ITEM ANALISADO	PERCENTUAL DE RENDIMENTO MAIOR (%)
POR VIAGEM REALIZADA	44
POR HORA DE TRABALHO	80
POR QUILOMETRO RODADO	23

FONTE: SÃO PAULO. (estado). Universidade (35)

Outro estudo, realizado pela ENPLAN - Engenheiros e Economistas consultores, analisou o custo operacional da limpeza pública de São Caetano do Sul, ⁽¹⁵⁾ obtendo para os veículos coletores especiais em relação aos veículos coletores comuns resultados bastante significativos, ou seja:

- custo 34% menor da tonelada transportada por quilômetro e velocidade operacional 32% maior para os veículos coletores especiais.

A análise das vantagens e desvantagens apresentadas pelos veículos coletores especiais, deve ser criteriosa e a mais completa possível, pois são inúmeros os aspectos envolvidos.

A preferência por tais veículos pode se apresentar quando o percurso da coleta e transporte ultrapassar determinado valor, que pode ser calculado pela equação discriminada a seguir: (15)

$$\frac{Cvcc}{Nvc \times Vcc \times Vmc \times Ndtc} + \frac{Coc \times P}{Vc} = \frac{Cvce}{Nve \times Vce \times Vme \times Ndte} + \frac{Coe \times P}{Vce}$$

Cvcc - Custo do veículo coletor convencional; (em Cr\$)

Nvc - Nº de viagens do convencional por jornada de trabalho;

Vcc - Volume coletado pelo convencional por viagem; (em m³)

Vmc - Vida média do convencional; (em anos)

Ndtc - Nº de dias de trabalho do convencional por ano; (em dias)

Cvce - Custo do veículo especial; (em Cr\$)
Nve - N° de viagens do especial por jornada de trabalho;
Vce - Volume coletado pelo especial por viagem; (em m³)
Vme - Vida média do especial; (em anos)
Ndte - N° de dias de trabalho do especial por ano; (em dias).

P - Percursode coleta e transporte; (em Km)

Portanto, os veículos coletores especiais poderão ser previstos, sempre que existir percurso de coleta e transporte superior à P, obtido da equação.

Pelos dados apresentados no Quadro 2 , aliados a observações junto aos serviços de coleta e transporte, verificou-se que com veículos coletores especiais pode-se reduzir o número de funcionários do sistema, sem afetar seu rendimento. Além disso, por terem maior capacidade de carga, e possuírem equipamento de compactação que possibilita a plena utilização do veículo, podem remover maior quantidade de resíduos.

A dispersão de resíduos pode ser evitada, pois, sendo os mesmos despejados diretamente no compartimento de carga do compactador, são de imediato levados para o interior da carroceria pelo equipamento de compactação. Por este mesmo motivo, é reduzida a possibilidade de catação, evitando-se desta forma os inconvenientes de tal procedimento, já relatados anteriormente.

Apresentam abertura do compartimento de carga a uma altura menor do solo, variando esta altura, entre os modelos de veículos coletores especiais existentes.

Dos quatro modelos disponíveis, três possuem compartimento de carga localizado na parte traseira do veículo. Esta característica, associada à anterior, pouparam bastante as guarnições, acarretando maior produção e menores riscos de acidentes e de alterações da saúde.

Há redução de exalação de odores pelas vias públicas, devido a carroceria ser fechada. Pelo mesmo motivo, considerando a inexistência de aberturas por onde possa circular o vento, diminui o espalhamento de resíduos.

Em diversos casos pode ser interessante a utilização de dispositivo de carregamento e compactação de ação contínua, o que é fator de aumento do rendimento do trabalho e impedimento da catação de resíduos pela guarnição.

A compactação automática, com taxa de compressão adequada é importante aspecto positivo.

Enfim, praticamente todas as desvantagens mencionadas para os outros tipos de veículos coletores, deixam de existir neste. No entanto, para estes, existem certas desvantagens que podem interferir quando da seleção do equipamento.

Entre as desvantagens pode-se mencionar o alto custo inicial e a manutenção elevada em virtude da complexidade e número de elementos mecânicos e hidráulicos dos veículos coletores especiais.

Considerando a tendência à utilização cada vez maior dos especiais, serão apresentados e descritos em item a parte, a seguir, os modelos nacionais existentes e disponíveis no mercado.

4.3. *MODELOS DE VEÍCULOS COLETORES ESPECIAIS*

Os modelos de veículos coletores especiais atualmente existentes no Brasil são em número de quatro, fabricados no país, porém com patentes estrangeiras.

São apresentados usualmente em diversos modelos por marca, variando a capacidade por modelo, de 08 a 20 metros cúbicos de volume compactado.

As carrocerias especiais podem ser montadas em chassis nacionais, tracionados por motores a óleo diesel, gasolina e futuramente até à álcool, tais como Alfa-Romeo, Mercedes-Benz, Scania-Vabis, Ford, Chevrolet, Dodge. Todas as carrocerias especiais tem sido construídas em aço e fechadas.

A apresentação e descrição dos modelos será feita por

ordem alfabética, a saber: COLECOM, GAR WOOD, KUKA PIRATI NINGA E SITAL PPT.

4.3.1. COLECOM

As carrocerias COLECOM são fabricadas pela Viaturas FNV-Fruehauf S.A., de São Paulo, com patente original da "Wayne Works Export", de Riellmond, Estados Unidos da América, tendo sido introduzidos no Brasil em 1961. (figura 09).

São apresentados em três modelos, a saber: CF 810, CF 1012 e CF 1416, correspondentes respectivamente a 10,12 e 16 metros cúbicos de capacidade nominal, podendo ser adaptável em qualquer chassis de capacidade adequada.

Os dados básicos do equipamento são os constantes do quadro 3 abaixo.

QUADRO 3

Dados Básicos do Veículo Coletor Especial COLECOM

DADOS BÁSICOS	MODELO		
	CF 810	CF 1012	CF 1416
Capacidade nominal (m ³)	10	12	16
Volume da caixa (resíduo compactado - m ³)	08	10	14
Volume do Compartimento de Carga (m ³)	02	02	02
Peso da Caixa Coletora (Kg)	2.600	2.700	3.000
Carga de resíduos sólidos admissível (Kg)	5.500	6.800	9.000

FONTE: COLECOM-FRUEHAUF; carrocerias para coleta de lixo. São Paulo, FRUEHAUF, s.d.

A carroceria tem formato retangular, com laterais, teto, portas traseiras e reforço de perfis executados em chapas de aço de baixa liga e alta resistência.

O compartimento de carga tem capacidade para 02 (dois) metros cúbicos de resíduos não compactados, sendo localizado na parte da frente da carroceria, com janelas laterais. O carregamento é feito por estas janelas, de ambos os lados da carroceria, cujos bordos estão situados a cerca de 1,50 metros de altura do solo, quando baixadas.

Por serem aberturas de ambos os lados, permitem a carga simultânea de recipientes em seu compartimento de carga. O carregamento traseiro pode ser utilizado para resíduos volumosos ou que não possam ser compactados. Isto é possível por ser o equipamento dotado de porta traseira com abertura total.

São equipamentos dotados de sistema de compactação, composto por uma placa compactadora, de 16 toneladas de pressão e acionada por cilindro hidráulico. A placa age em toda extensão da unidade, longitudinalmente, movendo-se no período de compactação da dianteira para a traseira da carroceria, comprimindo os resíduos contra a parte traseira a cada vez que é acionada, podendo manter a posição ou retornar ao ponto inicial para repetir a operação.

A descarga é feita em pouco menos de um minuto. As portas traseiras são destravadas e abertas manualmente, sendo então fixadas em pinos de segurança localizados nas paredes laterais da carroceria. Isto feito, a descarga é opera-

FIGURA 9 - Veículo coletor especial - COLECOM

FIGURA 10 - COLECOM - Operações de carregamento, compactação e descarga

da automaticamente por sistema de dupla ação, pelo basculamento da carroceria e pelo deslocamento simultâneo da placa de compactação. (figura 10).

Existem diversos aspectos que devem ser observados pelos candidatos à sua aquisição.

A carroceria é fechada, sendo praticamente eliminados o espalhamento de resíduos pela ação do vento e a exalação de odores desagradáveis.

Os resíduos são lançados no compartimento de carga sem necessidade de separação, sendo o compartimento de carga dotado de estribos e alças de ambos os lados, para facilitar o trabalho e o transporte da guarnição.

O ciclo de compressão é acionado por alavanca colocada nos dois lados do equipamento, fechando-se automaticamente as portas corrediças verticais do compartimento de carga. Ao mesmo tempo que facilita o serviço, pode apresentar maiores riscos de acidentes por acionamento inadvertido da alavanca de um dos lados. O sistema de compactação funciona sem produção de ruído desaconselhável.

A localização do compartimento de carga na lateral, pode favorecer as condições de riscos de acidentes, seja de atropelamento por veículos em trânsito e até mesmo pelas rodas traseiras do próprio veículo coletor, em casos de escorregamento de operário.

Em caso de altura superior a recomendável, pode haver necessidade por vezes, de um elemento da guarnição para ajudar na descarga dos recipientes. Esta fato, além de oferecer condições para "catação" pode acidentar este auxiliar se for acionada inadvertidamente a placa compactadora.

São construídos internamente sem saliências ou cantos vivos, facilitando a lavação e impedindo a retenção de detritos que provocam maus odores.

De uma maneira geral, o COLECOM é o veículo coletor especial que tem apresentado o menor custo de aquisição, fator este de grande importância, porém não suficiente para qualquer escolha.

4.3.2. GAR WOOD

As carrocerias GAR WOOD são fabricadas no Brasil pela USIMECA - Usina Mecânica Carioca S.A. do Rio de Janeiro, com patente original da "GAR WOOD DIVISION SARGENT INDUSTRIES" dos Estados Unidos da América. (figura 11).

São apresentadas em quatro modelos, LP 716, LP 718, LP 720 e LP 725, correspondentes respectivamente a 10,0; 12,6; 14,2 e 18,0 metros cúbicos de capacidade nominal, podendo ser montadas em qualquer tipo de chassis fabricado pela indústria brasileira.

Alguns dados dos equipamentos são apresentados a partir da capacidade nominal em volume por cada modelo. Assim, para uma relação de compactação da ordem de 1.4, em termos aproximados, de acordo com informações do fabricante, tem-se como volume máximo de carga do material solto, uma variação de 40 a 80 metros cúbicos.

A carroceria tem formato trapezoidal em sua seção longitudinal, com um acabamento oval na parte traseira.

O compartimento de carga possui uma abertura ampla, permitindo o carregamento simultâneo de três a quatro recipientes, sendo localizado na parte traseira da carroceria. A altura do bordo do mesmo, em relação ao solo, é de cerca de 1,00 metro, normalmente ao nível da cintura de um homem comum.

Quando a câmara do compartimento de carga estiver cheia pode ser acionado o ciclo automático de compactação dos resíduos. Esta compactação é realizada por um sistema constituído de três painéis, um painel rotativo, um painel de compactação e um terceiro painel de ejeção, que funcionam automaticamente e harmonicamente como pode ser observado pela sequência da figura 12, o que dificulta a catação.

A descarga dos resíduos é feita em pouco menos de um minuto. O conjunto do compartimento de carga, após ser destravado é basculado para cima, deixando totalmente livre a parte de trás da carroceria, permitindo a saída dos resíduos pela ação do painel de ejeção que os expulsam para fora, sem necessidade de basculamento da carroceria. (figura 13)

FIGURA 11 - Veículo coletor especial - GAR WOOD

FIGURA 12 - GAR WOOD - Operação de carregamento

O retorno dos resíduos à câmara do compartimento de carga é impedido pelo trabalho conjugado dos painéis rotativos de compactação. Além disso, a carroceria é fechada, sendo praticamente eliminados o espalhamento de resíduos pela ação do vento e a exalação de odores desagradáveis. O ruído produzido pelo funcionamento do sistema de compactação está dentro de níveis toleráveis para serviços noturnos.

A localização do compartimento de carga na parte traseira do veículo, é fator de proteção ao trabalhador de riscos de acidentes. Ao mesmo tempo, a altura do bordo de carga, dentro do valor médio de 1,00 metro, do solo, permite que os recipientes sejam facilmente esvaziados, sem haver desgaste excessivo da guarnição e conseqüentemente a obtenção de maior produtividade.

Internamente, são construídos sem saliências ou cantos vivos, o que facilita a lavagem e impede a retenção de detritos que provocam maus odores.

O aproveitamento integral da capacidade nominal atinge valores de interesse, possibilitando operação mais rápida, cargas elevadas, grande aproveitamento de mão-de-obra, economia em combustível e maior produção.

Estas carrocerias podem ser equipadas opcionalmente com dispositivo de basculamento hidráulico de container (figura 14).

Deve-se observar atentamente aspectos ligados à

FIGURA 13 - GAR WOOD - Operação de descarga

FIGURA 14 - GAR WOOD - Dispositivo de basculamento de container

conservação e manutenção, bem como a existência de assistência técnica atuante e permanente.

O custo destes veículos coletores tem sido significativo, o que exige análise detalhada de todos os fatores envolvidos para sua seleção.

4.3.3. KUKA-PIRATININGA

As carrocerias KUKA-PIRATININGA são fabricadas no Brasil por Máquinas Piratininga S.A., de São Paulo com patente original da "KELLER & KNAPPICH", da Alemanha. (figura 15).

São apresentadas em cinco modelos, ou seja, C-8,4; C-11,0; C-13,0; C-15,0 e C-16,0, correspondentes respectivamente a 8,4; 11,0; 13,0; 15,0 e 16,0 metros cúbicos de capacidade nominal, podendo ser montadas em qualquer chassis de fabricação nacional.

Os dados básicos do equipamento são apresentados no quadro 4, a seguir.

QUADRO 4

Dados Básicos do Veículo Coletor Especial KUKA PIRATININGA

DADOS BÁSICOS	MODELOS				
	C-8,4	C-11,0	C-13,0	C-15,0	C-16,0
Capacidade Nominal (m ³)	8,4	11,0	13,0	15,0	16,0
Volume do Tambor (resíduos compactado) (m ³)	8,4	11,0	13,0	15,0	16,0
Volume de resíduo solto admissível (m ³)	22,0	28,0	34,0	39,0	41,6
Peso do tambor coletor (Kg)	3.150	3.580	3.975	4.240	4.500
Carga de res.solidos admissível (Kg)	5.500	7.000	8.000	9.800	11.000

FONTE: KUKA-PIRATININGA; mantendo a cidade limpa. São Paulo, Máquina Piratininga, s.d.

O formato da carroceria é geralmente cilíndrico executado todo em aço e soldado.

O compartimento de carga, localizado na parte traseira da carroceria, consta de uma abertura onde aletas recebem os resíduos, quebram ou deformam os detritos, transportando-os para o helicóide de compactação no interior do tambor. A rotação permanente do tambor, inclusive durante a operação de alimentação, possibilita a compactação contínua, sem interrupção da coleta.

O sistema de compactação contínua, possibilitando o vazamento dos recipientes também contínuo, além de acelerar os serviços, dificulta o processo de catação, refletindo-se na velocidade de coleta e na saúde do trabalhador.

A altura de carregamento, do bordo do compartimento de carga em relação ao solo está por volta de 1,00 metro, considerada adequada para o trabalhador comum.

A descarga dos resíduos é rápida, feita sem basculamento. O conjunto do compartimento de carga, através de dispositivo especial é levantado, deixando o tambor completamente aberto, (figura 16). Aciona-se então o conjunto, invertendo-se o sentido de rotação do tambor, auxiliado por um helicóide duplo, expelindo-se desta forma os resíduos, até a descarga total.

O espalhamento de resíduos e a exalação de odores desagradáveis, são praticamente eliminados neste modelo de

FIGURA 15 - Veículo coletor especial - KUKA PIRATININGA

FIGURA 16 - KUKA PIRATININGA - Operação de descarga

veículo coletor, por possuir carroceria fechada.

A parte traseira da carroceria é dotada de estribos destinados a facilitar o vazamento de recipiente e ao transporte da guarnição.

Os resíduos destinados à incineração e compostagem podem ter neste modelo algumas vantagens. Para o caso de incineração, os resíduos, além de serem compactados, obtém uma certa unidade uniforme, que contribuem para o melhor rendimento da instalação. Para o caso de compostagem, observa-se uma maior mistura e uma certa trituração dos resíduos. No entanto, para a reciclagem, pelas características apontadas, torna-se inconveniente.

A forma como é efetuada a compactação, associada à mistura e trituração, quando desenvolvida neste equipamento, produz ruído que pode incomodar a comunidade, principalmente quando em coleta noturna. Desta forma, para estes casos, devem ser previstos equipamentos abafadores.

Aspectos como melhor aproveitamento do chassis, melhor distribuição de carga no chassis, maior capacidade de carga útil, maior índice de compactação e carregamento contínuo, são, quando obtidos, de grande importância. Eles podem possibilitar maior velocidade de coleta, cargas elevadas, melhor aproveitamento de mão-de-obra, economia de combustível e maior produção.

Pode ser utilizado como equipamento opcional, o disposi

tivo de basculamento hidráulico de container do próprio fabricante (figura 17).

Não podem ser desprezados os aspectos ligados à conservação e manutenção dos equipamentos, bem como aqueles relacionados a existência de assistência técnica atuante e permanente.

Por envolver custos significativos, a decisão quanto a aquisição deste veículos coletores deverá estar consubstanciada em criteriosa análise das diversas características envolvidas.

4.3.4. SITA 6000

As carrocerias SITA 6000 são fabricadas no Brasil pela URBEL S.A. - Usinas Reunidas para Beneficiamento de Lixo, de São Paulo, sendo o seu projeto, resultado de experiências das empresas "SITA e SORAIN-CECHINI SpA", respectivamente da França e da Itália. (figura 18).

Sua fabricação teve início em 1975, sendo desenvolvidos atualmente em cinco modelos, que podem ser montados em todos os tipos de chassis de fabricação nacional.

No quadro 5, a seguir, são apresentados os dados básicos do equipamento.

FIGURA 17 - KUKA PIRATININGA - Dispositivo de basculamento de container

FIGURA 18 - Veículo coletor especial - SITA 6000

QUADRO 5

Dados Básicos do Veículo Coletor Especial SITA 6000

DADOS BÁSICOS	MODELOS				
	9	10	13	15	18
Capacidade nominal (m ³)	10,5	12	15	17	20
Volume da Caixa (resíduo compactado) (m ³)	10,5	12	15	17	20
Volume de resíduo solto admissível - (m ³)	32	36	45	50	60
Peso da caixa coletora (Kg)	3.450	3.600	3.900	4.050	4.350
Carga de resíduos sólidos admissível (Kg)	8.000	9.000	11.250	12.500	15.000

FONTE: SITA 6000; considerações técnicas. São Paulo.
Vega-Sopave S.A. - Divisão URBEL, s.d.

A carroceria possui formato trapezoidal, em sua seção longitudinal, sendo construída em aço.

O compartimento de carga é localizado na parte traseira da carroceria, possuindo abertura compatível com vazamento simultâneo de recipientes.

A compactação se dá por meio de um dispositivo em forma de leme, acionado por pistões, que gira alternadamente meia volta em cada sentido no interior do compartimento de carga, deslocando, empurrando e comprimindo os resíduos para dentro da carroceria. (figura 19).

Este movimento pode ser contínuo, propiciando a continuidade de compactação, sem necessidade de paralização do equipamento para o vazamento dos resíduos o que, possibilita

maior produtividade e evita o processo de catação, com reflexos na velocidade de coleta e na saúde do operário.

A altura do compartimento de carga em relação ao solo é variável conforme o chassi adotado, estando num valor médio de 1,00 metro.

A descarga dos resíduos é feita em menos de 1 (hum) minuto, sem basculamento, por simples comando do motorista. Sem necessidade de destravar manualmente a tampa traseira, a mesma é basculada, deixando aberta a parte de trás da carroceria, permitindo a livre saída dos resíduos pela ação do painel de ejeção acoplado a um pistão telescópico. (figura 20). O equipamento é provido de um interruptor que não permite o acionamento do painel ejeter com a tampa traseira fechada.

O nível de ruído produzido pelo equipamento é satisfatório, não sendo fator limitante para utilização em coleta noturna.

Sendo carroceria fechada, evita exalação de odores desagradáveis, além de praticamente eliminar o espalhamento de resíduos por ação do vento.

A altura de carregamento do compartimento de carga, dentro de limites recomendáveis, associada à sua localização traseira, são fatores de conforto e segurança para a guarnição, complementados pela existência de dispositivos especiais de segurança que paralisam o leme compactador.

FIGURA 19 - SITA 6000 - Operações de carregamento e compactação

FIGURA 20 - SITA 6000 - Operação de descarga

Inteiramente liso e sem cantos ou arestas, o interior da carroceria facilita as operações de lavação e limpeza, não se prestando à retenção de resíduos que provoquem mau cheiro.

Da mesma forma que o GAR WOOD, o SITA 6000 não tritura os resíduos, permitindo seu eventual aproveitamento em usinas de reciclagem.

São equipamentos que possibilitam o integral aproveitamento da capacidade de carga, propiciando grande aproveitamento da mão-de-obra, economia em combustível, cargas elevadas, e, conseqüentemente maior produção.

Opcionalmente podem ser equipados com dispositivo universal de basculamento hidráulico de containers, que funcionam tanto com containers PPT como com cantainers similares. (figura 21).

Os custos de aquisição operação e manutenção exigem análise cuidadosa de todos os fatores envolvidos no sistema, inclusive aqueles de existência de assistência técnica atual e permanente.

4.4. VEÍCULOS ESPECIAIS DE TRANSPORTE

No sistema de resíduos sólidos existem situações

que exigem determinados procedimentos, como os exemplos a seguir.

Os resíduos sólidos, provenientes de atividades comerciais e industriais que possuam determinado volume, podem ser acondicionados em recipientes especiais ou containers, de maior capacidade de armazenamento, necessitando condições especiais de coleta e transporte.

Outra situação especial é aquela em que os pontos de disposição dos resíduos sólidos se deslocam para locais cada vez mais distantes dos centros de massa das áreas de coleta, exigindo atenção dos administradores para a utilização de condições especiais de transporte, através de estações de transferência ou transbordo.

Uma terceira situação refere-se principalmente a pequenos municípios que não dispõem de recursos suficientes para aquisição de veículos coletores comuns e especiais.

No primeiro caso, estão os dispositivos de basculamento hidráulico de containers, adaptados aos veículos coletores especiais, apresentados no item 4.3., quando os containers são do tipo basculável, e os veículos para transporte de containers tipo caixa Brooks.

No segundo caso estão os veículos de elevada capacidade de carga, tais como trens, barçaças ou carretas tracionadas por cavalos mecânicos de grande potência, úteis para transporte a grandes distâncias.

FIGURA 21 - SITAL 600 - Dispositivo para basculamento de container

FIGURA 22 - Veículo para coleta e transporte de caixa tipo Brooks

No terceiro caso estão os veículos de pequena capacidade de carga, tais como os veículos de tração animal ou adaptados à tração mecânica, propiciada por trator agrícola ou utilitário.

4.4.1. Veículos para Transporte de Caixas tipo Brooks

Estes veículos são usualmente caminhões equipados com carroceria e dispositivo de carga, para transporte de caixas, com volume de até 7 (sete) metros cúbicos. (figura 22)

A utilização destes recipientes é conveniente em muitos casos, possibilitando um acondicionamento adequados resíduos e uma compatibilização de custos, devido a facilidade de seu uso e a praticidade de sua remoção e transporte até o ponto de disposição.

O dispositivo de carga, em forma de guindastes, proporciona um carregamento rápido, efetua o transporte de forma segura, despeja os resíduos através de basculamento do recipiente e deposita o recipiente nos locais desejados (figura 23).

São equipamentos de fabricação nacional, podendo ser acoplados em qualquer tipo de chassis.

Entre os equipamentos existentes podem ser citados,

o Poli-Guindaste "Multibend", fabricado pela Indústrias Mecânicas KABI S.A., do Rio de Janeiro, o Gancho Hidráulico tipo "Brooks", fabricado pela Massari S.A. Indústria de Viaturas, de São Paulo e o basculante "Brooks", fabricado pela Trivellato S.A. Engenharia, Indústria e Comércio.

4.4.2. Veículos para Transporte a Grandes Distâncias

A medida em que os locais para disposição dos resíduos sólidos ficam mais distantes do centro de massa das áreas de coleta, o transporte destes resíduos com os próprios veículos coletores utilizados na coleta passa a ser questionado, fundamentalmente, em termos econômicos.

Uma análise de custos poderá sugerir a necessidade de utilização de veículos de maior capacidade de carga para vencer estas distâncias. Neste caso, será necessária a transferência da carga dos veículos coletores para estes veículos de transporte, o que exigirá providências para a instalação de estação de transferência, também conhecida por estação de transbordo, conforme já mencionado.

Considerando-se o reduzido peso específico dos resíduos sólidos, deve ser dedicada atenção especial às estações de transferência equipadas ou não com mecanismos de compactação e/ou enfardamento, visando a obtenção de maiores cargas para os veículos de transporte, (trens, barcas ou carretas), e conseqüentemente redução de custos de transporte.

FIGURA 23 - Veículo para coleta e transporte de caixa tipo Brooks - Operações

FIGURA 24 - Veículo para transporte a grandes distâncias - Carreta com compactação - USIMECA

Os serviços de limpeza pública das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, onde existem estações de transferência, utilizam, principalmente, carretas tracionadas por cavalo mecânico. Essas carretas podem ser com compactação, caso em que são fechadas na parte superior, ou sem compactação, caso em que a parte superior é aberta.

Os modelos com compactação são fabricados pela USIMECA - Usina Mecânica Carioca S.A., do Rio de Janeiro. Estes modelos possuem uma porta traseira, por onde os resíduos são introduzidos e compactados contra um painel que recua com o esforço do equipamento de carregamento. O tempo necessário para o carregamento é de aproximadamente 20 (vinte) minutos, possuindo uma capacidade nominal de carga por volta de 26 (vinte e seis) toneladas. (figuras 24 e 25)

A descarga é efetuada pelo acionamento do painel de ejeção, acoplado a pistão telescópico, após abertura das portas traseiras, o que permite a livre saída dos resíduos, sem necessidade de basculamento. Esta operação é realizada em cerca de 5 (cinco) minutos.

Os modelos sem compactação são fabricados pela RANDON S.A. - veículos e implementos, do Rio Grande do Sul. A carroceria é formada em duas caçambas independentes, com a parte superior aberta, por onde é efetuado o carregamento, através de simples lançamento. O tempo necessário para o carregamento é de aproximadamente 30 (trinta) minutos, possuindo uma capacidade nominal de carga por volta de 70 (setenta) metros cúbicos de resíduo solto. (figura 26).

A descarga é processada por basculamento das duas

FIGURA 25 - Veículos para transporte a grandes distâncias -
Carreta em compactador estacionário

FIGURA 26 - Veículo para transporte a grandes distâncias -
Carreta sem compactação - RANDON

caçambas, a de traz por basculamento longitudinal e a da frente por basculamento transversal, sendo o tempo necessário para a operação de pouco menos de 5 (cinco) minutos.

Ambos os modelos de carreta, pela alta capacidade de carga, exigem cavalo mecânico com tração compatível, podendo utilizar qualquer marca nacional, seja Mercedes Benz, Alfa Romeo, Scânia, desde que atenda aos requisitos de tração exigidos.

Os custos destas carretas são elevados, havendo diferenças significativas entre os modelos, o que exigirá, para sua seleção, estudo detalhado dos fatores intervenientes. De uma maneira geral, o modelo sem compactação, com abertura na parte superior da carroceria, por ser e exigir instalações mais simples de operação, apresenta custos de implantação menores.

Assim como existem modelos diferentes de carretas para transporte de resíduos sólidos, existem também sistemas diferentes de transferência dos mesmos, que podem ser empregados nas chamadas estações de transferência.

4.4.2.1. Estação de Transferência

No momento que for tomada a decisão de utilizar

veículos de maior capacidade de carga para o transporte de resíduos sólidos, esta decisão, por enquanto, na maioria das cidades do Brasil, deverá recair, pelas características de transporte, sobre a utilização de carretas tracionadas por cavalo mecânico. Haverá necessidade então, da instalação de estação de transferência, considerada equipamento básico necessário para o caso.

Indiscutivelmente o fator decisivo para a escolha desta alternativa de transporte é o custo de investimento e operacional. A medida que sistemas mais sofisticados são utilizados, os custos de investimento são maiores. No momento em que os fatores tempo de transporte e distância aumentam, os custos operacionais também aumentam, evoluindo de uma forma tal que tende a inverter a situação, como pode ser verificado no gráfico 3 (8)

Pela análise do gráfico, pode-se concluir:

- que os veículos coletores sem compactação (Reta I), são mais econômicos para percursos pequenos (até o ponto A);
- que os veículos coletores com compactação (Reta II), são mais econômicos para percursos maiores, até um certo limite (do ponto A até o ponto B);
- os veículos para transporte de grandes cargas, utilizando-se de estação de transferência (Reta III), são mais econômicos para grandes percursos (do ponto B em diante).

Para a determinação do ponto econômico para utilização de veículos para transporte de grandes cargas, associados a estação de transferência, devem ser feitas comparações entre os dimensionamentos técnicos das três opções citadas, levando-se em conta, nos dimensionamentos, elementos que devem ser conhecidos, tais como quantidade total de resíduos sólidos produzidos no dia, pique de carga por hora, capacidade máxima de carga do veículo, peso específico dos resíduos soltos, tempo total de viagem, tempo perdido pela guarnição e jornada de trabalho. No dimensionamento da terceira opção devem ser considerados ainda o peso específico dos resíduos compactados e a capacidade de carregamento e de estocagem da estação de transferência.

Determinado o número de veículos para cada opção, bem como o equipamento necessário para a estação, aplicam-se os custos de investimento e operacionais para uma vida média estimada em 5 (cinco) anos, obtendo-se os custos de investimento e operacionais por tonelada, que, somados, dão o custo por tonelada coletada.

Repetidos estes cálculos para diversos valores de

percursos, obtem-se os seus custos por tonelada, permitindo o traçado do diagrama.

No entanto, além de preocupações com custo, a administração dos serviços deverá atender condições de estética e higiene para a instalação e operação de estação de transferência.

Para a localização de uma estação de transferência devem ser observados basicamente os seguintes itens:

- localização mais próxima possível do centro de massa da área coletada;
- localização conveniente em relação as vias de transporte
- construção em local que traga o mínimo de objeção da comunidade em relação às operações de transferência;
- localização em ponto onde a construção e operação sejam mais econômicas;
- possibilidades de adoção de solução conjunta, agrupando comunidades, no que concerne à disposição final dos resíduos sólidos.

Enfim, deve-se ressaltar que, o aumento dos custos gerais de transporte, aliado à disponibilidade cada vez menor de locais próximos, para disposição de resíduos sólidos, exigirá estudos constantes quanto a utilização dos veículos e estação de transferência.

4.4.3. Outros tipos de Veículos de Coleta

Dependendo das dimensões das comunidades e de suas características, podem ser utilizados veículos que sejam mais apropriados. São usualmente veículos de pequena capacidade, que merecem citação, devido aos serviços que podem prestar, tanto para pequenas cidades, como para determinadas atividades do tipo industrial, comercial, agrícola e outras.

Estes veículos de coleta e transporte, produzidos com carroceria aberta ou fechada, de tração animal ou adaptados à tração mecânica, geralmente trator agrícola, oferecem possibilidades de execução dos serviços a custos reduzidos.

Enquanto os percursos totais de coleta e transporte e a produção de resíduos forem reduzidos, pode ser justificado o emprego de tração animal, utilizando-se veículos com chassis de aço, rodas pneumáticas e carrocerias em geral com capacidades para 1,5 e 3,0 metros cúbicos, construídos respectivamente com 2 e 4 rodas.

Os veículos de 2 rodas são tracionados geralmente por um animal, enquanto que os de 4 rodas empregam 2 ou mais, sendo um problema os esforços e a falta de cuidados a que são submetidos.

Podem ser relacionados outros inconvenientes. tais como, o peso da carroceria em relação ao volume de resíduos que é transportado, o espalhamento de resíduos pela ação do

vento, a exalação de odores desagradáveis, a possibilidade de catação e a dificuldade de descarga quando não existir o dispositivo de basculamento, que pode ser manual.

No caso de utilização de tração mecânica, por trator agrícola ou jipe, adaptada às carrocerias de tração animal, pode ser utilizado o sistema de execução da coleta com tração animal e transporte ao local de disposição tracionados por trator agrícola ou até mesmo utilitários. Este sistema permite o uso dos tratores ou utilitários em outros serviços da municipalidade após realizada sua tarefa junto ao serviço de limpeza pública.

Um outro tipo que pode ser empregado é o de carroceria construída especificamente para tração mecânica, por trator ou utilitário, montada em chassis de aço, com formato do veículo coletor convencional, porém de menor capacidade.

De uma forma geral, este equipamento poderá ser constituído de uma caçamba montada sobre chassis de utilitário, tipo camionete, de tamanho médio, com dois eixos, equipados com feixes de mola, devidamente engastados. A caçamba, fabricada com capacidade por volta de 5 metros cúbicos, em aço, deverá ser coberta, utilizando formato semelhante ao veículo coletor convencional, com placas de correr na frente superior.

O vazamento dos recipientes se faz pelas janelas, obtidas do deslocamento das placas de correr. A descarga dos resíduos se faz por basculamento da caçamba, através do acionamento de um macaco hidráulico.

Carrocerias deste tipo permitem, desde que possível, a realização da coleta de forma individual, conduzindo-se os veículos já carregados para um determinado ponto, de onde podem ser levados acoplados um ao outro, por um único trator, ao local de disposição final.

Além de sua utilização em pequenas comunidades, prestam-se para a remoção de resíduos sólidos de atividades do tipo industrial, comercial e agrícola, podendo ainda ser uma solução para casos de regiões com problemas de acesso para os veículos coletores convencionais.

Os aspectos positivos e negativos dos tipos aqui abordados merecem análise e cuidados, ressaltando-se no entanto sua grande utilidade naqueles municípios carentes de recursos e de saúde econômica precária, tendo em vista principalmente seus custos reduzidos, de aquisição e operacionais.

4.5. *HIGIENE DOS VEÍCULOS COLETORES*

A lavagem e desinfecção dos equipamentos de coleta deve ser constante e obedecer a escalas previamente estabelecidas, visando a utilização adequada dos mesmos nos serviços de coleta e transporte.

A higiene dos veículos coletores é de grande importância, em virtude de que, quando ausente pode produzir

condições inadequadas sob os pontos de vista sanitário, econômico, estético e de bem estar, além do de segurança.

Sanitariamente, esta prática é necessária para evitar criadouros de moscas, ratos e baratas nos estacionamento dos veículos coletores, possíveis quando os detritos permanecem a deridos à carroceria, o que propicia condições favoráveis à sua proliferação, devido a associação odor - alimento.

A situação pode ser ainda mais grave no caso de veículos para coleta de resíduos sólidos hospitalares, o que, além da lavagem, exige desinfecção constante.

Economicamente, a permanência de resíduos nos equipamentos, pode provocar desgaste prematuro de suas peças, partes e estrutura, devido a ação destrutiva que os mesmos podem desenvolver. O acúmulo de resíduos pode também prejudicar o funcionamento do equipamento. Desta forma, a limpeza constante e bem feita dos veículos atua de forma positiva no aumento da vida média dos mesmos, além de dar melhores condições de operação e manutenção, refletindo-se nos custos dos serviços.

Em termos estéticos e de bem estar, a limpeza e higiene é essencial para a boa imagem dos serviços, seja pela apresentação de veículos coletores limpos, seja pela inexistência de odores desagradáveis provenientes de decomposição de detritos acumulados.

Por serem condições indispensáveis para a execução de uma adequada operação e manutenção dos equipamentos, a limpeza e higiene quando não forem observadas, oferecem condições insatisfatórias para sua realização, transferindo desta forma condições inseguras para os equipamentos e seus operadores.

De qualquer forma, na prática, pode ser observada

uma certa associação entre cuidados com a higiene dos veículos coletores e atuação dos serviços de coleta e transporte.

Além disso, sendo veículos utilizados para a limpeza da cidade, seria um contra-senso não terem apresentação higiênica adequada.

4.6. CONSERVAÇÃO E RENOVAÇÃO DE VEÍCULOS COLETORES

A tarefa desempenhada pelos veículos coletores é árdua, provocando desgaste em seus componentes. A ação do tempo também afeta o equipamento, levando a um desgaste natural. Por si só, são efeitos que exigem conservação, constituída basicamente de cuidados de limpeza, higiene e manutenção, eficaz e contínua, de modo a manter os veículos coletores em perfeito estado e conseqüentemente em plena produção.

Maus cuidados com o equipamento e desleixo em sua conservação reduzem a vida útil do mesmo, exigindo reforma ou até mesmo substituição, afetando de forma acentuada, os custos dos serviços de coleta e transporte.

Ao mesmo tempo, a utilização de veículos coletores em más condições, interfere diretamente na operação de coleta e transporte, afetando a imagem dos serviços, provocando diminuição do rendimento e podendo até desestruturar os serviços. Esta interferência pode-se dar em conseqüência de pro

blemas mecânicos diversos surgidos quando em serviço, provocando atrasos, associados ou não a derrames de resíduos sólidos ou vazamentos de líquidos provenientes dos mesmos pelas vias públicas.

Estes acontecimentos, quando frequentes oneram de forma apreciável os custos do sistema, e produzem situações que levam a população ao descrédito dos serviços, passando a ter má vontade quanto às solicitações dos responsáveis, e o que é pior, por não terem mais confiança nos mesmos, podem ser induzidos ao lançamento de resíduos em locais inadequados.

Entre as desvantagens em termos sanitários, econômicos, estéticos e de bem estar, e de segurança podem ser acrescentadas aquelas de, destruição da boa imagem dos serviços e formação de uma negativa, refletindo-se politicamente sobre a administração do sistema, recaindo, em última análise, sobre a administração municipal.

Desta forma é fundamental que se crie e mantenha um sistema de conservação e renovação dos veículos coletores.

A conservação do equipamento, deve ser desenvolvida até um certo ponto, em que, através de uma análise de custo-benefício, verifica-se a necessidade da sua substituição. Portanto, deverá existir um programa de renovação periódica dos equipamentos, que, associado a conservação eficaz e constante, garantirá a boa execução dos serviços, com todas as suas consequências positivas, bem como o consequente equilíbrio desejado, em termos econômicos.

4.7. MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS COLETORES

A manutenção tem como objetivo manter o veículo em boas condições de uso, observando limites econômicos, de modo a reduzir ao mínimo sua imobilização. Assim, pode-se conceituar manutenção como sendo o conjunto de operações e providências necessárias para manter os veículos em boas condições de uso, reduzindo ao mínimo sua imobilização.

A boa manutenção de um determinado equipamento proporciona sua boa produção. Assim, toda frota de veículos, que não esteja com seu sistema de manutenção bem organizado, tende a ter problemas, deteriorando o serviço e tendo seus custos aumentados consideravelmente.

Na realidade, os resultados que podem ser obtidos por um sistema de manutenção bem dimensionado, podem dar uma nova dimensão para a operação da frota.

Para a eficiência de um sistema de manutenção devem ser atendidas três condições básicas, ou seja, qualidade de serviço, menor custo e menor imobilização do veículo.

O serviço de limpeza pública, em particular o de coleta e transporte, é de significativa utilidade pública, exigindo rigoroso cumprimento do programado, o que, por si só, caracteriza a importância de um bom sistema de manutenção para o seu equipamento.

As dificuldades que podem surgir para os equipamentos, quando não existe uma manutenção apropriada da frota podem tornar inviável a execução dos serviços de limpeza pública.

Uma questão que se impõe é a da decisão quanto a execução da manutenção: se própria ou com terceiros.

A decisão não pode ser aleatória. A escolha deve ser profundamente analisada, objetivando-se aquela que melhor satisfaça o problema logístico. Se, por um lado, a manutenção própria requer mais mão-de-obra direta, inclusive especializada, por outro lado, a contratação de serviços de terceiros exige maiores controles e, portanto, mais mão-de-obra administrativa.

Diversos outros fatores deverão ser analisados, entre os quais podem ser mencionados aqueles referentes a certas dificuldades dos serviços públicos, tais como dificuldades de contratação, principalmente de pessoal especializado, devido ao nível de vencimentos; dificuldade de dispensa de pessoal não qualificado; maiores entraves burocráticos para a aquisição de peças e equipamentos necessários; podendo-se incluir ainda as interferências políticas.

Com relação ao serviço contratado com terceiros, podem ser destacados, a necessidade de fiscalização constante e o controle rigoroso e preciso para obtenção de qualidade dos serviços a custos compatíveis.

Entretanto, qualquer que seja a opção, o serviço

de manutenção exige a instituição de um sistema de controle.

4.7.1. Sistema de Manutenção

Um sistema de manutenção deve compreender quatro divisões, a saber: manutenção de operação, manutenção preventiva, manutenção corretiva e reforma.

4.7.1.1. *Manutenção de Operação*

A manutenção começa com a seleção do motorista, pois, em última análise, está sustentada no seu trabalho e consciência profissional.

É a primeira manutenção e compreende os cuidados que o bom operador do veículo precisa ter com seu equipamento, tais como: na direção, freagem, embreagem, bateria, pneus, limpeza, esforços e outros.

A seleção do motorista deve ser a mais rigorosa possível, verificando-se além de sua capacidade física, experiência e outros, também suas condições intelectuais e morais.

4.7.1.2. *Manutenção Preventiva*

Seu objetivo maior é colocar em circulação o maior número de veículos em boas condições e evitar suas paralizações para manutenção corretiva.

Esta manutenção deve obedecer a uma programação, em função de horas trabalhadas, pois os componentes de um veículo coletor, principalmente motor e agregados, geralmente são submetidos a um grande número de horas de trabalho por dia, em condições adversas, sem que façam grande quilometragem.

Cada serviço de manutenção preventiva obedece a um determinado número de horas trabalhadas. As peças de repositção a serem empregadas devem ser originais ou de comprovada qualidade, sendo desaconselhável o uso de peças não credenciadas pelos fabricantes dos equipamentos, para que não haja comprometimento dos resultados.

Os cuidados preventivos de imagem, tais como, retoques de pintura, lavagem e desinfecção dos veículos, são muito importantes para a comunidade e não importam em custos elevados.

Pode-se afirmar, ser este o serviço de manutenção mais técnico, racional e, no computo geral, barato, entre os que compõem o sistema de manutenção.

4.7.1.3. *Manutenção Corretiva*

A manutenção corretiva, é aquela necessária para reparo do equipamento, feita em um ou mais componentes, sem que estivesse programada.

O desenvolvimento de uma manutenção corretiva adequada exige, mão-de-obra competente, peças de reposição de boa qualidade, material e ferramental adequados e suficientes, normas de trabalho firmes e precisas e controle técnico e de custos.

Cuidados devem ser tomados para evitar um dimensionamento maior do que o necessário destes serviços, destacando-se que quanto melhores forem os serviços de manutenção de operação e manutenção preventiva, maior redução será obtida na manutenção corretiva.

4.7.1.4. *Reforma*

A reforma é a manutenção aplicada ao veículo para conservação geral ou por acidente. Tem por objetivo recuperar o equipamento, tentando dar condições para o prolongamento da vida útil do mesmo.

A aplicação da reforma exige estudo detalhado do

equipamento que se pretende recuperar, especialmente no caso de veículos coletores especiais, pelo fato de seus e quipamentos serem formados por diversos fatores mecânicos e hidráulicos, que podem desaconselhar sua recuperação quando muito estragados.

A análise custo benefício terá condições de equacionar os casos surgidos.

4.7.2. Oficina de Manutenção

Para o funcionamento do sistema de manutenção, im põe-se a disponibilidade de oficinas dotadas de material e ferramental adequados e pessoal qualificado. A preocupação sempre deverá ser a de obtenção de níveis de qualidade acei táveis, econômica e tecnicamente.

No caso de oficinas próprias, pela influência que podem exercer sobre a qualidade e o custo do serviço executa do, devem ser mencionados os cuidados quanto ao dimensionamento, adequação e qualidade do ferramental a ser utilizado.

O projeto da oficina deve determinar a área neces sária para o atendimento do volume de trabalho, programação de serviço e controle de manutenção.

Quanto a pessoal, deve ser previsto um quadro

mínimo, que garanta a execução dos serviços com qualidade e custos aceitáveis. Basicamente pode-se considerar sete setores, a saber, de mecânica, eletricidade, funilaria, pintura, borracharia, montagem e de posto a serem desenvolvidos de acordo com as necessidades, e uma chefia.

O dimensionamento de pessoal poderá ser estimado, utilizando-se critérios, de acordo com o quadro 6 abaixo.

QUADRO 6

Estimativa de Pessoal por Categoria Funcional para Conjunto de Veículos

CATEGORIA FUNCIONAL	Nº DE FUNCIONÁRIOS	Nº DE VEÍCULOS
Borracheiro	01	20
Eletricistas	01	20
Funileiros	01	08
Lavadores	02	10
Lubrificadores	01	20
Mecânicos	01	08
Pintores	01	20
Retocadores de Pinturas	01	08

FONTE: FEDERICI, R. - (7)

De qualquer forma, o tamanho da frota e o número de veículos disponíveis é que irão determinar a estrutura necessária a cada caso.

4.7.3. Padronização de Veículos Coletores

Dependendo das condições técnicas, econômicas, financeiras e políticas locais, deve-se equacionar o estabelecimento de uma padronização da frota.

Esta padronização de equipamento de mesma origem deve ser baseada na qualidade do produto, no tipo de serviço a realizar e nas condições de uso. Nunca deverão ser consideradas as facilidades de momento para sua aquisição como fatores determinantes de seleção.

A padronização, entre os aspectos envolvidos, apresenta condições favoráveis a uma melhor manutenção, caracterizada por, maior especialização da mão-de-obra empregada com consequente redução de tempo e custo dos serviços; assistência técnica do fabricante e representante mais atuante; estoque mais reduzido de peças, com custos unitários menores por serem adquiridas em maior quantidade e menor variação; redução de ferramental especializado e maior racionalização na organização dos serviços.

4.7.4. Classificação de Frotas para Manutenção

As frotas podem ser classificadas em quatro catego

rias, função do número de veículos existentes e disponíveis, como é apresentado no quadro 7 .

QUADRO 7

Classificação de Frotas em Função do Número de Veículos em Operação e dos Serviços que podem ser efetuados por Oficinas de Manutenção

CLASSIFICAÇÃO	Nº DE VEÍCULOS	SERVIÇOS QUE PODEM SE EXECUTADOS POR OFICINA PRÓPRIA	OFICINA DE CONCESSIONÁRIA
A	$N < 30$	Manutenção de Operação Manutenção Preventiva	Manutenção Corretiva Reforma
B	$N < 50$	Manutenção de Operação Manutenção Preventiva Manutenção Corretiva (pequenos reparos de até 2 horas de duração)	Manutenção Corretiva (reparos de duração superior a 2 horas) Reforma
C	$50 < N < 150$	Manutenção de Operação Manutenção Preventiva Manutenção Corretiva Reforma (casos pequenos)	Reforma (casos maiores).
D	$N > 150$	Manutenção de Operação Manutenção Preventiva Manutenção Corretiva Reforma	Reforma (apenas grandes casos)

FONTE: BETARELLO, J.P.B. (3)

Cabe aqui o registro de que, qualquer que seja o número de veículos em operação pelos serviços de limpeza pública, deverá ser analisado atentamente quanto à instalação de oficina própria de manutenção.

Deve ser destacado neste momento que um bom sistema de manutenção proporciona vida mais longa, melhor desempenho e maior utilização do equipamento, com repercussões positivas e diretas sobre os custos operacionais, além de oferecer condições para uma melhor imagem dos serviços de coleta e transporte.

4.8 TRANSPORTE POR VIA HÍDRICA

Não se pode deixar de mencionar a forma de transporte dos resíduos sólidos por via hídrica, empregada em algumas partes do mundo, entre elas Los Angeles, Ca. E.U.A.(6) e até no Brasil onde é insipiente. O processo consiste em lançar os resíduos sólidos triturados (no domicílio ou em trituradores públicos) nos coletores de esgoto, sendo esta operação precedida ou seguida de separação de materiais inconvenientes ou de materiais que possam ser reciclados e cuja comercialização possa reduzir os gastos com a operação.

Deve ser assinalado que este processo tem sido utilizado para restos de alimentos, na sua quase totalidade.

Os aparelhos de trituração doméstica já são

fabricados no Brasil e sua instalação geralmente é feita no local onde se encontra o sifão da pia, se interpondo entre esta e o cano dos esgotos.

A maior utilização destes aparelhos no Brasil tem como obstáculos mais imediatos o custo e o fato dos sistemas de esgotos não estarem devidamente dimensionados para a sobrecarga decorrente de seu uso.

DAL FABBRO (6), a respeito da utilização de trituradores domiciliares, observou que "os serviços de limpeza pública em grandes cidades não sofreriam sensíveis reduções de seus custos, ao contrário de pequenas comunidades que, certamente, teriam gastos com serviços de coleta sensivelmente reduzidos.

Há evidência de que as redes coletoras de esgotos sofreriam obstruções em consequência do aumento de gorduras e detergentes nos esgotos. O consumo de água nas habitações equipadas com trituradores não seria ponderavelmente alterado. Não se observou, também, relação muito clara entre o uso do triturador e a eliminação de moscas e roedores. Há, todavia, indicações mais precisas com referência às sobrecargas nas estações de tratamento de esgotos. Conclui, em vista das controvérsias sobre o assunto, serem necessárias outras abordagens mais detalhadas, mormente para as condições locais."

4.9 *TRANSPORTE PNEUMÁTICO*

A título de ilustração menciona-se que tem sido

empregado o transporte por via pneumática, em caráter res
trito, em conjuntos habitacionais na Suécia, em alguns hospii
tais nos Estados Unidos e, ainda, na Disneyworld em Orlando
do, Flórida, USA (27).

**5. PLANEJAMENTO DO SERVIÇO DE
COLETA E TRANSPORTE**

5. PLANEJAMENTO DO SERVIÇO DE COLETA E TRANSPORTE

Todo planejamento envolve aspectos físicos, administrativos, sociais e econômicos.

O sistema de resíduos sólidos envolve aspectos de ordem sanitária, econômica, de organização e administração, exigindo para o seu equacionamento e solução, o desenvolvimento de um planejamento adequado.

O planejamento exige uma visão panorâmica, global e integrada dos problemas, de modo a dar condições para este equacionamento e solução. Sendo assim, ao ser atacado o sistema de resíduos sólidos, automaticamente estará sendo também o do serviço de coleta e transporte, parte integrante e de fundamental importância do sistema.

Desta forma, o planejamento de um serviço de coleta e transporte dos resíduos sólidos, como parte integrante da aquele sistema, será desenvolvido com base em dados, informações e estudos que devem ser determinados com a maior precisão possível.

O planejamento é realizado em fases, devidamente caracterizadas. Para o desenvolvimento de algumas destas fases são empregadas equações matemáticas, podendo-se inclusive lançar mão de modelos matemáticos e/ou físicos, que oferecem condições para a obtenção de melhores resultados.

Entre as diversas determinações necessárias num processo de planejamento para os serviços de coleta e transporte, serão apresentados aqueles elementos destinados ao conhecimento da capacidade do equipamento, à escolha de itinerários de coleta, ao dimensionamento da frota de veículos, e, finalmente, à obtenção de custos unitários.

Outrossim merece ser destacado que o processo de planejamento, deve ser dinâmico e flexível, permitindo reajustes quando necessários, e, pela sua interação com outros órgãos e áreas, exigirá a participação de todos para a obtenção de um trabalho integrado.

Tal processo, adaptável a qualquer caso de cidade ou metrópole, tem sua utilização garantida até para as situações mais comuns, principalmente aquelas em que a cidade cresceu sem maiores preocupações, com o serviço de limpeza pública e principalmente com o sistema de resíduos sólidos.

A obtenção de respostas positivas e soluções racionais para o problema merecem todos os cuidados dos responsáveis pelos trabalhos.

5.1. FASES DE PLANEJAMENTO

A caracterização das fases do planejamento, eclosão,

projeto e execução, claramente definidas, tem como objetivo, apresentar uma sequência de raciocínio a ser empregada quando do seu desenvolvimento.

Basicamente, pode ser adotada uma metodologia de trabalho, definida por um modelo, que, pelas suas características, permite flexibilidade e é adaptável às condições mais diversas, como pode ser observado a seguir.

5.1.1. Eclosão

A fase de eclosão tem como objetivo a criação de um clima propício ao desenvolvimento de um processo de planejamento, através de técnicas de comunicação social e educação sanitária, que demonstrem e levem a população a compreender as vantagens do planejamento.

Esta fase, pelas suas características, deverá estar presente durante todo o desenvolver dos trabalhos, tendo como funções básicas, a obtenção de, motivação da comunidade para os aspectos sanitários envolvidos, e motivação da população para o processo de planejamento pelo estabelecimento de diálogo, através de meios de comunicação, campanhas publicitárias e palestras em associações de bairro, de classe, etc ., locais.

5.1.2. Projeto

Esta fase envolve três etapas, a saber; estudo preliminar, diagnóstico e prognóstico e plano diretor.

A cada etapa corresponde uma série de atividades, em que são envolvidos inúmeros fatores, todos interferentes na obtenção do produto final, o plano diretor.

Sendo assim, devem ser conhecidas, para cada etpa, as atividades envolvidas.

5.1.2.1. *Estudo Preliminar*

É através do estudo preliminar que se tem condições de estabelecer a política de planejamento.

Portanto, é a partir desta etapa, com os dados aqui obtidos, que se definem as etapas posteriores, e, consequentemente, a fase de execução. Desta forma, é de suma importância a obtenção do maior número de dados, associados a sua confiabilidade.

A listagem de fatores relacionados ao problema, deve ser a mais completa possível, de modo a permitir que o levantamento de dados seja feito de forma mais rápida e segura.

Esta listagem, que pode ser considerada como um modelo de levantamento, engloba informações sobre o município, tais como, características físicas e funcionais, de população climatológicas, de estrutura do poder público, características econômico-financeiras, dos serviços de limpeza pública, além de estudo de mercado e levantamentos técnicos sobre o tipo de resíduos sólidos.

5.1.2.1.1. Informações Primárias (30)

São as informações referentes às características físicas, funcionais, populacionais, climatológicas e aquelas necessárias como complementação.

a) Características Físicas

Envolvem dados de:

- área da malha urbana em quilômetros quadrados;
- extensão e largura de ruas e avenidas;
- tipo de revestimento e estado de conservação das ruas;
- topografia.

b) Características Funcionais

Com a finalidade de se conhecer as características dos resíduos sólidos produzidos nas diferentes áreas torna-se necessário estabelecer as diferenças funcionais. Devem ser levantados dados como:

- áreas residenciais mistas e puras;
- áreas comerciais mistas e puras;
- áreas industriais mistas e puras;
- áreas verdes;
- demais áreas como: hospitais, escolas, centros educacionais, recreativos e militares.

c) Antecedentes Populacionais e Climatológicos

Na coleta dos antecedentes populacionais devem ser levantados os seguintes aspectos:

- população residente;
- população flutuante;
- nível sócio-econômico da população;
- estrutura da população por zonas de trabalho;
- hábitos e costumes locais como: festas religiosas, solenidades cívicas e esportivas.

Para se conhecer os antecedentes climatológicos de vem ser pesquisados:

- temperatura média por estação do ano;
- regimes pluviométricos;
- ventos predominantes;
- umidade relativa.

d) Outras Informações

Para o planejamento da varrição e coleta dos resí
duos sólidos são necessárias outras informações complementa-
res como:

- volume de tráfego;
- mão das ruas;
- horários e locais de estacionamento permitido;
- disponibilidade de outros possíveis meios para o transporte dos resíduos sólidos (ferroviário, flu

vial e marítimo)

5.1.2.1.2. Informações Secundárias

Constituem as informações secundárias dados referentes a estrutura do poder municipal, levantamento dos recursos financeiros, despesas e receita do sistema de limpeza pública existente. A seguir a discriminação de cada um dos aspectos necessários:

a) Estrutura do Poder Municipal

A estrutura do poder municipal deve ser conhecida bem como a legislação do município. Deve ser indicada a posição em que se encontra o órgão responsável pelos resíduos sólidos em relação aos demais órgãos da municipalidade no respectivo organograma.

b) Levantamento dos Recursos Financeiros e Despesas Atuais e Projetadas

Devem ser analisados para o conhecimento das características financeiras da municipalidade os seguintes aspectos:

- arrecadação total: fontes principais, distribuição, por espécie, tipo, destino. Deve ser detalhada a forma de cobrança das taxas de limpeza pública, o tempo gasto na arrecadação e as fontes de arrecadação ou seja, as industriais, comerciais e residenciais;

- despesas atuais e projetadas, bem como as porcentagens destinadas ao serviço de limpeza pública.

c) Levantamento do serviço existente de limpeza pública.

Os aspectos obtidos a partir deste levantamento são de importância capital para o planejamento do sistema a ser implantado. Dentre os itens a serem estudados destacam-se aqueles referentes a:

- pessoal: tem a finalidade de obter informações relativas aos cargos, funções, horas efetivas de trabalho, aspectos jurídicos;
- acondicionamento dos resíduos.

Devem ser conhecidos tópicos como: tipo e capacidade dos recipientes; conservação e limpeza dos locais de colocação dos recipientes; padronização; utilização de bases ou prateleiras. Na medida do possível relacionar com os níveis sócio-econômicos da áreas a serem beneficiadas.

- Coleta:

A verificação dos sistemas e métodos de coleta, bem como, os tempos e percursos empregados para o serviço, é muito importante. Com relação à coleta devem ser levantados os seguintes fatores entre outros:

- quantidade de resíduos a coletar, verificando den

sidades, valores unitários, volume;

- relação entre resíduos sólidos realmente produzidos e efetivamente coletados;
- variação nas quantidades produzidas, diária e semanal por área,
- variações na quantidade e qualidade dos resíduos, devido as estações do ano;
- volume de varrição de ruas;
- quantidade de resíduos sólidos industriais, comerciais, hospitalares;
- serviços especiais;
- relação existentes entre tipo de coleta e pessoal disponível;
- itinerários de coleta.

- Transporte:

Neste tópico devem ser levantados aspectos de tempo, distância, existência de estação de transferência e as condições de transporte.

- Destino:

Com relação ao destino os itens relacionados ao

ao tratamento e/ou disposição final devem ser observados, quanto ao método empregado.

- Máquinas e Equipamentos

Devem ser levantados dados relacionados aos veículos e equipamentos existentes e suas necessidades, tais como: tipo, quantidade, capacidade, combustível, consumo médio e vida útil.

- Custos dos Serviços

Os custos podem ser levantados para cada tipo de trabalho: coleta domiciliar, varredura, destino.

Os seguintes aspectos devem ser do conhecimento do planejador: salários e gratificações, contratos de serviço, leis sociais e extraordinárias, custos operacionais e de investimento.

5.1.2.1.3. *Estudo de Mercado* (30)

O estudo de mercado é indicador de possíveis soluções para o destino final dos resíduos sólidos, o que poderá em última análise influenciar sua localização. Deve ser feito o estudo para os sub-produtos dos resíduos para conhecer a possibilidade de utilização junto à agricultura, à municipalidade em áreas verdes, às indústrias (sucata metálica).

Deve ser pesquisada a utilização de energia seja elétrica ou de gás, obtido através de aterro sanitário.

5.1.2.1.4. Levantamentos Técnicos sobre o tipo de Resíduos Sólidos

Deve-se considerar a procedência dos resíduos sólidos em relação aos antecedentes econômicos da população e em relação às fontes de produção, para determinar suas características físico-químicas.

Com uma amostragem correta e a caracterização das zonas típicas de produção pode-se determinar: a composição qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos; o poder calorífico; peso específico; grau de umidade, grau de compressão; N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio) e relação C (carbono N (nitrogênio) de interesse, quando se estuda o emprego dos resíduos sólidos como adubo na agricultura.

Merecem um estudo mais detalhado e específico os resíduos sólidos de características especiais, provenientes de hospitais e atividades industriais, alimentos condenados, animais mortos, explosivos, radioativos, materiais bélicos, etc., porque poderão ser necessárias normas e equipamentos diferentes dos empregados usualmente.

5.1.2.2. *Diagnóstico/Prognóstico*

De posse das informações coletadas e obtidas, passa-se a uma análise crítica dos elementos, que permita o estabelecimento de um diagnóstico.

Esta análise crítica poderá ser feita sobre o conjunto de informações, devidamente trabalhadas e categorizadas.

Desta forma, ter-se-ã aqueles elementos que mostram a estrutura municipal, os diversos aspectos financeiros, as matérias jurídicas, os dados climatológicos, etc... que constituem os elementos descritivos. Estes elementos dão amplitude e profundidade ao problema e o enquadram dentro de aspectos econômicos, sanitários e populacionais.

Os elementos que interessam de forma qualitativa, como por exemplo idade dos equipamentos, estado da pavimentação, acidentes topográficos e outros, constituem os elementos explicativos, sendo possível através deles entender as anomalias do sistema.

Os elementos computáveis também chamados parâmetros computáveis formam a base concreta e específica da análise e da comparação de eficiência. São usados diretamente nas comparações e são suscetíveis de serem obtidos aritmeticamente, dando origem a indicadores de grande significado, como por exemplo a quantidade de lixo coletada, a população, etc...

Para o estabelecimento do Prognóstico são necesários os seguintes itens: proposição de alternativas, seleção de alternativas viáveis, avaliação das alternativas selecionadas com os elementos de custos e receita.

As várias alternativas devem ser analisadas e comparadas, para obtenção de soluções eficientes, econômicas e sanitárias. Devem ser pesquisadas alternativas quanto ao sistema de resíduos sólidos, ou seja, dos serviços de acondicionamento, coleta, transporte, destino e estrutura do órgão. Após detalhada e minuciosa análise, as alternativas devem ser selecionadas, ou seja aquelas viáveis em função dos antecedentes gerais da área estudada.

Após a seleção das alternativas técnicas deve ser feita a avaliação, com a finalidade de se verificar quais alternativas apresentam maiores vantagens, Devem ser considerados os seguintes fatores: higiene, segurança, estética e serviço ao contribuinte.

A avaliação de cada alternativa deve ser constituída de partes necessárias ao funcionamento de todo o sistema, a saber: acondicionamento, coleta, transporte, destino dos resíduos sólidos e a estrutura administrativa.

Com relação aos Elementos de Custos a serem avalia-
dos pode-se citar o custo do acondicionamento; o custo da

coleta e do transporte (capital, operação e manutenção dos equipamentos e custo do pessoal); o custo do destino adotado para os resíduos sólidos; e os custos com a estrutura do órgão (capital, manutenção e conservação e pessoal).

Com relação aos Elementos de Receita, estes permitirão avaliar a rentabilidade da solução proposta. Para exemplificar, os elementos de receita pode-se citar o pagamento dos contribuintes pela coleta dos resíduos sólidos domiciliar e o arrecadado pela venda dos sub-produtos oriundos dos resíduos sólidos. Também devem ser incluídas as receitas não financeiras como efeitos sanitários, estética, controle de poluição, etc...

Para a seleção das alternativas mais convenientes deve-se utilizar o critério do mínimo custo atualizado.

5.1.2.3. *Plano Diretor*

Consiste na apresentação da melhor alternativa técnica compatibilizando-a com o sistema existente, nos aspectos referentes a pessoal, equipamentos, etc. Por vezes é mais conveniente deixar ao poder público local a tomada de decisão no que diz respeito às alternativas mais adequadas. O planejador atua como assessor e o poder público define sua melhor solução.

5.1.3. Execução

Na fase de execução já se tem a implantação do Plano Diretor. Nesta fase são necessários ajustes periódicos tendo em vista por exemplo o crescimento populacional e modificações na vida da população. Não deve ser esquecido que os serviços de comunicação, relações públicas e educação sanitária também são importantes para a implantação do plano diretor obter sucesso e receptividade junto a população beneficiada.

No quadro 11 é apresentado um fluxograma do planejamento para o sistema de resíduos sólidos - coleta e transporte com as fases descritas anteriormente, para uma melhor compreensão e visualização do sistema como um todo.

5.2. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DO EQUIPAMENTO

Para a determinação da capacidade de um veículo coletor, deverão ser estabelecidos certos fatores, que podem ser desdobrados em fixos e variáveis, para uma melhor compreensão.

Os fatores que podem ser considerados fixos são:

- estabelecimento do rendimento, em termos de velocidade de coleta, que se pretende obter das unidades a serem utilizadas no serviço;
- determinação do peso específico aparente médio dos

QUADRO 11

FLUXOGRAMA DO PLANEJAMENTO DE SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS - SERVIÇO DE COLETA E TRANSPORTE

FONTE: PARAGUACU DE SÁ, F.A. (30)

resíduos sólidos, necessário devido a relação di
reta com a capacidade do veículo coletor.

Os fatores variáveis são aqueles considerados do
arbítrio dos administradores dos serviços, quais sejam:

- horário de trabalho dos funcionários da coleta;
- necessidade de ser realizada uma ou mais viagens
para a coleta diária, estudando-se suas conveniê
ncias;
- tempo de trajeto, computado aqui o tempo gasto
pelo veículo para se deslocar do ponto de origem
ao local de coleta, à descarga, e ao ponto de
origem ou retorno ao local de coleta, incluindo-
-se no valor as paradas para descanso.

A manipulação adequada destes elementos permite a
correta determinação da capacidade do equipamento a ser uti
lizado.

Pode-se ter uma melhor visão do problema pela apre
sentação de uma situação, em que tais fatores sejam manipula
dos:

Exemplo:

Numa cidade com quarenta e cinco mil habitantes, e
produção estimada (Q) de 36 (trinta e seis) toneladas de re
síduos sólidos por dia, supondo a existência de um serviço
de coleta e transporte, em que a velocidade de coleta (V_c) é
30 (trinta) quilos por minuto, o tempo de trajeto (t') de

60 (sessenta) minutos e a jornada de trabalho (J_t) de 8 (oito) horas, calcular qual seria a capacidade ideal para o veículo coletor.

O peso específico dos resíduos sólidos (d) é de 250 Kg/m^3 .

Dados: P = 45.000 habitantes
 Q = 36.000 Kg
 V_c = 30 Kg/min
 t' = 60 min.
 J_t = 8 h
 d = 250 Kg/m^3

Solução:

- tempo total de coleta: $8-1 = 7 \text{ h}$
- quantidade de resíduos coletada por jornada de trabalho, com uma viagem:
 - em peso = 12.600 Kg
 - em volume = $50,4 \text{ m}^3$

Para a realização da coleta e transporte com uma viagem diária, serão necessários para o serviço, veículos coletores especiais, com compactação, com capacidade de carga para 12.600 Kg, num total de 3 (três) unidades.

De posse desses dados, pode-se então relacionar entre os equipamentos existentes, aquele que tenha a capacidade de carga mais adequada para a melhor alternativa, em função da quantidade de resíduos sólidos produzida.

Merecem destaque determinadas recomendações referenen

tes à capacidade dos veículos coletores, a saber:

- Em época de chuvas, com períodos prolongados, é verificado um aumento da densidade dos resíduos, o que exige uma certa margem de segurança quanto à sua capacidade de carga;

- A carga máxima dos veículos coletores é atingida somente ao final do período de trabalho e por pequena faixa de tempo, fato que pode ser utilizado como equilíbrio de carga e margem de segurança;

- O custo e peso de carrocerias especiais compactadoras recomendam sua montagem em chassis compatível, devendo-se tomar o cuidado de não montá-las em chassis de pequena capacidade de carga (7 toneladas, por exemplo), que induziriam ao seu mal aproveitamento.

5.3. DETERMINAÇÃO DE ITINERÁRIOS

Na determinação da capacidade de trabalho diário, o tempo necessário para a coleta e o transporte pode ser dividido em tempo produtivo e tempo não produtivo.

Tempo produtivo é o tempo empregado efetivamente na coleta. Neste tempo é considerado o tempo gasto pelo caminhão percorrendo os diversos pontos de coleta que varia com o número de pontos de coleta, e é independente do tipo de veículo, assim como o tempo de espera para a descarga de

cada recipiente, que depende do tipo de recipiente, da densidade dos resíduos e das características mecânicas de carga do veículo.

Tempo não produtivo é aquele gasto para alcançar o local do início da coleta, mais o tempo de transporte até o ponto de descarga, o tempo de descarga, o retorno e eventuais.

Sob o ponto de vista econômico, deve-se ter por meta o menor tempo não produtivo.

Além da extensão do percurso de coleta, tem grande importância também a velocidade dos veículos.

Tendo-se em vista a redução do tempo não produtivo, deve-se ter as vias de acesso aos locais de destino em boas condições de tráfego.

Para uma boa escolha do itinerário de coleta é necessário seguir algumas regras básicas. Esta escolha é feita com base em estudos das ruas, devendo ser observado, como já mencionado, o grau de intensidade do tráfego, tipo de pavimentação, acidentes da área, declividades existentes e outros. Necessário se faz, portanto, a existência de uma planta da cidade, contendo a densidade demográfica de cada quadra. Com base na densidade demográfica das quadras, pode-se calcular, juntamente com outros fatores, o tempo gasto na coleta. Um minuto por coleta por turma é uma base satisfatória para uma análise inicial, devendo ser, no entanto, reajustado após experiências "in loco", em áreas residen

ciais.

Quatro minutos por coleta por turma é base para área comercial, devendo também ser ajustado em função das grandes variações existentes na quantidade dos resíduos de diferentes tipos de estabelecimentos comerciais.

O itinerário de coleta deve iniciar o mais próximo possível da garagem ou local de agrupamento de pessoal, evitando-se ruas de tráfego intenso, que não devem ser coletadas nas horas de maior movimento, e ruas de mão única.

Deve-se fazer esforços para iniciar itinerários nos pontos altos. A coleta em ruas com declividade deve ser feita em ambos os lados da rua com o veículo se deslocando no sentido do ponto mais alto para o mais baixo.

Quarteirões não convencionais devem possuir itinerários específicos, sempre que necessário.

Na existência de mais de um local para destino final, deve-se tentar situar os pontos o mais próximo possível do centro das áreas servidas pela coleta. Na impossibilidade, a meta é diminuir o máximo possível a distância de transporte, já que o tempo gasto na descarga é incluído no tempo não produtivo, que deve ser reduzido ao máximo.

Com base na planta da cidade, devem-se fixar as áreas de atuação do serviço de coleta. A seguir, o encar

regado da área deve acompanhar o caminhão durante dois ou três dias, escolhendo o trajeto mais razoável, usando de preferência os declives de rua no caminhamento normal, visando completar a carga no horário previsto, e tendo o menor período improdutivo possível.

Nestes dias de percurso, o encarregado deverá anotar dados, tais como: número de residências servidas, tempo necessário ao atendimento das áreas do distrito, verificação da carga do veículo ao final da coleta e extensão dos percursos de coleta.

É fundamental que, após traçados, os itinerários sejam testados, revistos e ajustados periodicamente.

5.4. DIMENSIONAMENTO DA FROTA

No dimensionamento das necessidades em termos de frota, podem ser utilizadas equações matemáticas, que possibilitam a determinação, com bastante aproximação, do número e tipo de veículos necessários para a realização dos serviços, com base em certos dados e informações existentes.

5.4.1. Dados a serem Considerados

De acordo com JOULOT (12), que apresenta relações

simples que possibilitam o dimensionamento de uma frota, de
vem ser considerados:

- Q - quantidade de resíduos sólidos a coletar por dia;
em toneladas (t)
- L - comprimento de ruas a servir;
em quilômetros (Km)
- D - distância média do centro de massa da área coleta
da, ao local de disposição dos resíduos;
em quilômetros (Km)
- T - tempo total utilizado para a coleta;
em horas (h)
- c - capacidade de carga útil de cada veículo;
em toneladas (t)
- n - número médio de viagens de cada veículo;
- m - número total de viagens por dia;
- t'- tempo de trajeto (ida e volta ao destino, incluu
sive descarga);
em horas (h)
- t''- tempo de descarga;
em horas (h)
- v - velocidade de viagem (ou de transporte);
em quilômetros por hora (Km/h)
- z - velocidade média em coleta;
em quilômetros por hora (Km/h)

N - número de veículos necessários para serviço, su
postos todos iguais.

5.4.2. Equações

As relações que podem ser estabelecidas partem da premissa de que todos os veículos são iguais, e que fazem o mesmo número de viagens (40). Desta forma, tem-se:

$$m = N.n \quad (5.4.2.1)$$

A velocidade média do coletor, $\underline{l}$, durante o trajeto, depende do trânsito mais do que da própria capacidade de carga do veículo coletor, devendo sua determinação ser obtida experimentalmente.

A quantidade de resíduos sólidos a coletar por dia, Q, poderá ser prevista em função do que já é atendido, acrescida de dados estimados de áreas ainda não integradas ao serviço, desde que disponíveis estatisticamente.

De qualquer maneira o valor de Q obedece à seguinte equação:

$$Q = mc \quad (5.4.2.2)$$

Com o conhecimento da velocidade de viagem, $\underline{v}$, e o

tempo de descarga, $\underline{t''}$, do veículo, pode-se calcular o tempo de trajeto $\underline{t'}$:

$$\underline{t'} = \frac{2D}{v} + \underline{t''} \quad (5.4.2.3)$$

O tempo necessário a um veículo para fazer uma viagem obtém-se da expressão:

$$\frac{T}{n} = \frac{L}{m} + \underline{t'} \quad (5.4.2.4)$$

De uma forma geral, as variáveis podem ser $\underline{N}$, $\underline{c}$, $\underline{n}$, $\underline{m}$, $\underline{T}$, das quais duas no mínimo devem ser fixadas.

Os resultados de $\underline{N}$, $\underline{n}$ e $\underline{m}$ devem ser expressos em números inteiros, devendo ser arredondados para o número imediatamente superior.

Sendo fixados $\underline{T}$ e $\underline{c}$, isto é, o tempo total para a coleta e a capacidade de carga útil do veículo, ter-se-á:

$$\underline{n} = \frac{Q\underline{L}\underline{T}}{Lc + Q\underline{L}\underline{t'}} \quad (5.4.2.5)$$

Pela aplicação das equações (5.4.2.2) e (5.4.2.5) obtém-se, para determinação do número de veículos, nas condições mencionadas:

$$\underline{N} = \frac{1}{\underline{T}} \left(\frac{L}{\underline{L}} + \frac{Q}{c} \cdot \underline{t'} \right) \quad (5.4.2.6)$$

Exemplo:

Como ilustração, para aplicação das formulas, será utilizado o mesmo exemplo do item 5.2.

São conhecidos, portanto, os seguintes dados:

$$\begin{aligned} Q &= 36 \text{ t} \\ t' &= 1 \text{ h} \\ T &= 8 \text{ h} \end{aligned}$$

Sabe-se ainda que:

$$\begin{aligned} L &= 85 \text{ Km} \\ l &= 4 \text{ Km} \end{aligned}$$

Solução:

Inicialmente será determinado o número de viagens de cada veículo, pela aplicação da fórmula (5.4.2.5)

$$n = \frac{QlT}{Lc + Qlt'}$$

$$n = \frac{36 \times 4 \times 8}{85 \times 13 + 36 \times 4 \times 1} \approx 0,9 \approx 1$$

Das equações (5.4.2.1) e (5.4.2.2) obtém-se:

$$N = \frac{Q}{nc}$$

$$N = \frac{36}{1 \times 13} = 2,8 = 3$$

Serão, portanto, necessários quatro veículos coletores compactadores, de 13 (treze) toneladas de capacidade de carga cada um; destes, três estarão em serviço e um estará de reserva.

Pela análise das equações, podem ser traçadas algumas considerações (40):

Desejando-se obter economia deve-se utilizar melhor o equipamento, o que implica no aumento do número de viagens de cada veículo e conseqüente diminuição do número de veículos.

O aumento da velocidade média da coleta bem com a diminuição do tempo de trajeto repercutem ambos positivamente nos custos dos serviços.

A coleta é função direta do número de veículos utilizados, o que é caracterizado pelo encarecimento dos serviços à medida que se reduz a duração da mesma.

SENGES (40), com base em dados empíricos, confirmados experimentalmente em municípios brasileiros, obteve certos resultados que podem ser aplicados com pequena margem de erro para a obtenção de uma estimativa prévia das necessidades de veículos coletores para os serviços de coleta e transporte. São eles:

- " - Número de residências de uma cidade
 . população dividida por 5 (cinco)

- Número de casas comerciais
 - . 10% do número de residências
- Densidade da população
 - . média admitida de 50 (cinquenta) habitantes por hectare
- Área da cidade
 - . população dividida por 50 (cinquenta)
- Extensão de ruas a coletar
 - . 200 (duzentos) metros por hectare".

É aconselhável a avaliação preliminar com estes elementos, o que dará alguns números que servirão de base para o estudo detalhado da implantação de um serviço de coleta e transporte dos resíduos sólidos.

5.5. DETERMINAÇÃO DE CUSTOS

São diversos os fatores que entram na composição dos custos da coleta e transporte. Basicamente, pode-se citar:

- custos de investimento;
- custos operacionais;
- custos de mão-de-obra.

A manipulação adequada destes dados permite determinar os custos de coleta e transporte a saber:

a) Cálculo do custo do quilômetro rodado - CKm

Este cálculo leva em conta quatro elementos:

- Depreciação - D

$$D = \frac{Ci \times d}{Vm}, \quad \text{onde:}$$

Ci = custo do veículo coletor,
em Cr\$;

d = depreciação, (taxa),

Vm = vida média do mesmo; em Km.

- Manutenção - M

$$M = \frac{Dv \times ms}{Vm}$$

$$Dv = \frac{Vm}{d}, \quad \text{onde:}$$

Dv = tempo de duração do veículo, em meses;

d = distância percorrida por
dia, em Km;

ms = custo de manutenção mensal.

- Combustível e lubrificantes - L

Considera-se gasolina, óleo diesel, óleo hidráulico, graxa e derivados, devendo ser calculado o L para

cada um.

$$L = D_v \times q \times u_c, \text{ onde:}$$

q = quantidade gasta por mês,

u_c = custo por unidade de compra.

- Pneus e Câmaras - P

$$N_j = \frac{V_m}{V_j}$$

$$P = \frac{N_j \times C_j}{V_m}, \text{ onde:}$$

N_j = nº de jogos por caminhão;

V_j = vida média do jogo de pneu
(e câmara);

C_j = custo do jogo de pneu.

Com D, M, L e P pode-se determinar o custo do quilômetro rodado, CKm;

$$CKm = D + M + L + P$$

b) custo diário do equipamento rodado - CD

$$CD = N \times d \times CKm, \text{ onde:}$$

N = nº de caminhões rodando (disponíveis);

d = distância percorrida por dia, em Km.

c) custo da hora rodada - CH

$$CH = \frac{CD}{N \times hc}, \text{ onde:}$$

hc = horas de coleta por dia.

d) custo da hora do equipamento parado - CP

$$CP = \frac{(D+M) \times Vm}{hp \times CH}, \text{ onde:}$$

hp = horas paradas por dia.

e) custo mensal do caminhão trabalhando - CTR

$$CTR = C' + C''$$

- Rodando C'

$$C' = CH \times dt \times hc, \text{ onde:}$$

dt = dias de trabalho por mês.

- Parado C''

$$C'' = CP \times (dt \times hpt + dd \times hpd), \text{ onde:}$$

dd = dias de domingo por mês;

hpt = horas paradas por dia de trabalho;

hpd = horas paradas por dia de domingo.

f) custo mensal do caminhão de reserva - CR

$$CR = CP \times m \times hp, \text{ onde:}$$

m = média do nº de dias por mês.

g) custo mensal do pessoal do caminhão - CMP

$$CMP = N \times (n' + n'') \times LS, \text{ onde:}$$

n' = custo do motorista;

n'' = custo dos coletores;

N = nº de caminhões rodando;

LS = leis sociais.

h) custo mensal da coleta - CC

$$CC = N \times CTR + N_o \times CR, \text{ onde:}$$

N_o = nº de caminhões de reserva.

Para o cálculo do preço do metro cúbico de resíduos sólidos coletados, efetua-se a seguinte operação:

$$C = \frac{CC}{V_c}, \text{ onde:}$$

V_c = volume coletado por mês.

E assim pode-se fixar critérios econômico-financeiros para a escolha, bem como para o controle dos veículos coletores e, conseqüentemente, do serviço de coleta e transporte.

6. CONCLUSÃO

6. CONCLUSÃO

Como ficou demonstrado no início deste trabalho, o problema dos resíduos sólidos é grave e de grandes dimensões, exigindo soluções.

A adoção de uma política global, em termos governamentais, é imperiosa.

Para o equacionamento e solução do problema são necessárias medidas em todos os níveis de governo: federal, estadual e municipal, de modo a dar condições aos municípios para utilização de técnicas e tecnologia adequadas.

Uma das medidas é a divulgação das técnicas e tecnologia existentes e disponíveis, seguidas por suporte financeiro que forneça condições para sua efetiva utilização.

É necessário o desenvolvimento de mais estudos para o aprimoramento de técnicas e tecnologias sobre o assunto. Técnicos e interessados no assunto se ressentem de bibliografia, ao mesmo tempo que mais ampla, também mais detalhada em assuntos específicos; desta forma a elaboração deste trabalho pretendeu contribuir de uma forma prática, simples e objetiva com informações técnicas que, reunidas, possibilitem um maior entendimento do problema da coleta e transporte, e ofereçam, ao mesmo tempo, condições para sua aplicação.

RESUMO / SUMMARY

RESUMO

Este trabalho pretendeu abordar o tema "Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos no Meio Urbano", principais responsáveis pela imagem da problemática dos resíduos sólidos perante a população e a administração pública.

Apresentou-se a importância dos serviços de coleta e transporte em seus múltiplos aspectos, o processo de planejamento destes serviços e sua interdependência com o Sistema de Resíduos Sólidos, terminologia esta agregadora das funções relacionadas no trabalho.

Após as colocações efetuadas concluiu-se que com as informações reunidas neste trabalho há melhores condições de que, principalmente os técnicos e administradores públicos possam planejar, programar, executar e avaliar a coleta e transporte dos resíduos sólidos no meio urbano.

SUMMARY

The main objective of this paper is to study how solid wastes are collected and transported and its influence on the environment, since these two operations constitute , both for the population and for the public administration , the origin of many of the problems ascribed to solid wastes.

The multiple aspects of the services related to the collection and transportation of solid wastes are discussed, as well as how such services should be planned . The interdependence between these services and the other parts of the structure of the services of public cleansing are also studied.

It is concluded that the this paper's multiple informations will help the public administration to plan, to programme, to execute and to evaluate the collection and transportation of solid wastes in urban communities.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AMERICAN PUBLIC WORKS ASSOCIATION. Institute for Solid Wastes. Municipal refuse disposal. Chicago, Illinois, Public Administration Service, 1970.
- 2 AMERICAN PUBLIC WORKS ASSOCIATION. Institute for Solid Wastes. Solid waste collection practice. 4. ed. Chicago, Illinois, 1975.
- 3 BETARELLO, J. P. B. Manutenção de frotas. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. Resíduos sólidos e limpeza urbana. São Paulo, 1973.
- 4 BUENOS AIRES. Escuela de Ingenieria Sanitaria. Manual del curso recoleccion y disposicion final de basuras municipales. Buenos Aires, 1966.
- 5 COOPER, I. L. Armazenamento e coleta de lixo. [apresentado ao Congresso Brasileiro de Limpeza Pública, 3. e Congresso Pan-Americano de Limpeza Pública, 1., São Paulo, 1978]
- 6 DAL FABBRO, A. Aspectos da disposição e tratamento conjunto de resíduos sólidos e esgotos. São Paulo, 1976 [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da USP]

- 7 FEDERICI, R. Limpeza pública; serviços de apoio. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. Resíduos sólidos e limpeza urbana. São Paulo, 1973.
- 8 FERREIRA, J. R. A. Estações de transferência de resíduos sólidos. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. Resíduos sólidos e limpeza urbana. São Paulo, 1973.
- 9 FRANCISCONI, J. G. Política nacional e financiamento para limpeza pública. [apresentado ao Congresso Pan-Americano de Limpeza Pública, 1., São Paulo, 1978]
10. GARRIDO, J. L. et al. Basura urbana - Recogida, eliminacion y reciclaje. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, 1975.
- 11 GILBERTSON, W. E. Tendências actuales y futuras de los sistemas municipales de evacuacion de desechos sólidos In: ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Problemas de evacuacion y tratamiento de desechos en las colectividades. Ginebra, 1970. p. 11-24. (Cuadernos de Salud Publica, 38).
- 12 JOULOT, A. Les ordures ménagères. Paris, Editions Berger Levrault, 1946.

- 13 LEITE, L.E.H.B.C. & SÁ, F.A.P. Manual de Limpeza Pública. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 1973.
- 14 LUZ, F. X. R. Métodos de acondicionamento de lixo. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Higiene e Saúde Pública. Lixo e limpeza pública. São Paulo, 1969.
- 15 LUZ, F. X. R. Coleta e transporte. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. Resíduos sólidos e limpeza urbana. São Paulo, 1973.
- 16 LUZ, F. X. R. Lixo: coleta e destinação. Engenheiro Moderno, 1(8):24-36, 1965.
- 17 MACHADO, P. A. L. Poluição por resíduos sólidos; implicações jurídicas. Revista dos Tribunais, São Paulo, 1976. [separata]
- 18 Mc GAUEY, P. H. apud OLIVEIRA, W. Engracia²¹.
- 19 OLIVEIRA, W. Engracia. Resíduos sólidos, Introdução. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. Resíduos sólidos e limpeza urbana. São Paulo, 1973.

20. OLIVEIRA, W. Engracia. Saneamento do lixo. In: UNIVERSIDA
DE DE SÃO PAULO. Faculdade de Higiene e Saúde Pública.
Lixo e limpeza pública. São Paulo, 1969.
- 21 OLIVEIRA, W. Engracia. Resíduos sólidos e poluição ambien
tal. Rev. D.A.E., São Paulo, 39(101):45-56, 1975.
- 22 OLIVEIRA, W. Engracia. Introdução ao problema do lixo.
Rev. D.A.E., São Paulo, 29(74):58-59, 1969.
- 23 OLIVEIRA, W. Engracia. Limpeza Pública; problema de enge
nharia. Rev. D.A.E., São Paulo, 29(71):53-6, 1969.
- 24 OLIVEIRA, W. Engracia. Lixo; poluição ambiental, recursos
naturais. Rev. D.A.E., São Paulo, 30(71):95-6, 1970.
- 25 OLIVEIRA, W. Engracia. Implicações sócio-econômicas, am
bientais e de saúde dos resíduos sólidos. In: SIMPÓSIO
REGIONAL SOBRE DESECHOS SÓLIDOS, Santo Domingo, Repú
blica Dominicana, 1978. Santo Domingo, OPAS, 1978.
- 26 OLIVEIRA, W. Engracia. Resíduos sólidos e poluição am
biental. Rev. D.A.E., 35 (101):46-56, 1975.
- 27 OLIVEIRA, W. Engracia. Resíduos sólidos e limpeza públi
ca; fundamentos. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Facul
dade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental
Saneamento do meio. São Paulo, 1976.

- 28 OLIVEIRA, W. Engracia. Levantamento de dados sobre resíduos sólidos e limpeza pública. In: SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE. Recursos Naturais, meio ambiente e poluição. Rio de Janeiro, IBGE. Diretoria Técnica SUPREN, 1977. v.2, p. 323-37. [Recursos Naturais e Meio Ambiente, 2]
- 29 ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. Curso sobre recolección, transporte y disposición final de basuras urbanas. Santiago de Chile, 1966.
- 30 PARAGUAÇU DE SÃ, F. A. Planejamento e limpeza urbana. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. Resíduos sólidos e limpeza urbana. São Paulo, 1973.
- 31 O PROBLEMA do lixo. Informativo Rondon, Caxias do Sul, RS, (23):4-6, 1979.
- 32 PROPOSIÇÕES básicas para uma política brasileira de limpeza pública. São Paulo, IPEA/CNPU/CETESB, 1978. [trabalho apresentado ao Congresso Brasileiro de Limpeza Pública, 3. e Congresso Pan-Americano de Limpeza Pública, 1., São Paulo, 1978]
- 33 RIBEIRO, E. Desechos Sólidos - situacion en las Americas In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMPEZA PÚBLICA, 1º, Brasília, 1974. Anais. Brasília, Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública, 1974.

- 34 SÃO PAULO (cidade). Prefeitura. Secretaria de Serviços e Obras. Departamento de Limpeza Pública. Limpeza pública em São Paulo; situação atual. São Paulo, 1975.
- 35 SÃO PAULO (estado). Universidade. Faculdade de Saúde Pública. Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana. São Paulo, Departamento de Saúde Ambiental, 1973 .
- 36 SÃO PAULO (estado). Universidade. Faculdade de Saúde Pública. Lixo e limpeza pública. São Paulo, Departamento de Saúde Ambiental/OPS/OMS, 1969.
- 37 SANTOS, Z. L. Contribuição ao estudo da problemática do lixo urbano. Santa Maria, RS, Pallotti, 1969. [Tese livre-docência - Faculdade de Farmácia e Bioquímica da UFRGS]
- 38 SEMINÁRIO SOBRE O PROBLEMA DO LIXO NO MEIO URBANO, São Paulo, 1965. São Paulo, Faculdade de Higiene e Saúde Pública/Organização Panamericana da Saúde, 1965.
- 39 SEMINÁRIO SOBRE A SITUAÇÃO DE SAÚDE NAS ÁREAS METROPOLITANAS BRASILEIRAS, São Paulo, 1975. Anais. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP, 1976.
- 40 SENEGES, G. H. Limpeza urbana; métodos e sistemas. Rio de Janeiro, Instituto Nacional de Assessoria aos Municípios, 1969.

- 41 SILVA, E. P. Condições de saúde ocupacional dos lixeiros de São Paulo. São Paulo, 1973. [Dissertação de Mestrado Faculdade de Saúde Pública da USP]
- 42 SIMPÓSIO REGIONAL SOBRE DESECHOS SÓLIDOS. Santo Domingo, República Dominicana, 1978. Santo Domingo, OPAS, 1978
- 43 SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE. Recursos naturais, meio ambiente e poluição. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica SUPREN, 1977.
- 44 URUGUAI. Universidade de la Republica Oriental. Facultad de Ingenieria y Agrimensura. Manual del curso sobre el problema de las basuras en los centros poblados. Montevideo, 1967.
- 45 WILKEN, P.S. Lixo: Coleta, transporte e destino final. São Paulo, 1964. [Tese apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP]
- 46 WILKEN, P.A. Características gerais do lixo. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Higiene e Saúde Pública. Lixo e limpeza pública. São Paulo, 1969.
- 47 WORLD HEALTH ORGANIZATION. Expert Committee on Solid Wastes Disposal and Control, Dubendorf, 1971. Report. Geneva, 1971. (Tech.Rep.Ser. 484).

- 48 ZULAUF, W. E. et al. Disposição final integrada dos resíduos sólidos no Vale do Paraíba. São Paulo, CETESB, 1978. [apresentado ao Congresso Brasileiro de Limpeza Pública, 3., São Paulo, 1978]