



Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos em Países em Desenvolvimento

AVISO LEGAL

As designações utilizadas e a apresentação do material neste relatório não representam nenhuma opinião do Secretariado das Nações Unidas sobre a condição legal de qualquer país, território, cidade ou área ou suas autoridades ou sobre a delimitação das suas fronteiras ou limites, seu sistema económico ou grau de desenvolvimento. As conclusões da análise e as recomendações desta publicação não reflectem necessariamente os pontos de vista do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos ou seu Conselho Administrativo.

Copyright © Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-HABITAT), 2010

HS/139/10E

ISBN: (Volume) 978-92-1-132254-5 (versão inglesa)

Todos os direitos reservados

Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-HABITAT)

P.O. Box 30030, Nairobi 00100, Kenya

Tel +254 20 762 3120

Fax +254 20 762 3477

www.unhabitat.org

Salvo indicação em contrário, os direitos autorais das fotos pertencem aos Autores. As fotos podem ser reproduzidas se a imagem for impressa com indicação da fonte.

Versão original inglesa

Autores: Manus Coffey & Adrian Coad

Design e layout: Daniel Vilnersson

Impressão: Gutenberg Press, Malta, 2010

Versão portuguesa

Autores: Manus Coffey & Adrian Coad

Tradução: Fátima Ribeiro

Revisão Técnica: Simão Dias, Ana Gonçalves

Financiamento: Programa de Desenvolvimento Municipal - PRODEM

Com autorização do UN-HABITAT o PRODEM financiou a tradução e impressão da versão portuguesa.

Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos em Países em Desenvolvimento

INTRODUÇÃO	11	4.4 Método de carregamento e transporte de resíduos	37
1.1 Introdução ao tema	11	4.4.1 Carregamento	37
1.2 A situação actual	12	4.4.2 Recolha separada ou combinada	37
1.3 O propósito desta publicação	12	4.4.3 Recolha ou transferência directa	38
1.4 O âmbito desta publicação	13	4.5 Padronização	38
DIFERENÇAS INTERNACIONAIS E SEUS IMPACTOS	15	SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO	40
2.1 Introdução	15	5.1 Introdução	40
2.2 Diferenças internacionais	15	5.2 Armazenamento doméstico de resíduos	41
2.2.1 Características dos resíduos	15	5.3 Armazenamento comunitário de resíduos	43
2.2.2 Factores sociais e económicos	16	5.3.1 Comentários introdutórios	43
2.2.3 Outras variações internacionais que afectam os sistemas de recolha	17	5.3.2 Capacidade necessária para armazenamento comunitário	43
2.2.4 Conclusão	18	5.3.3 Meios estacionários (fixos)	45
2.3 Dificuldades específicas enfrentadas nos países em desenvolvimento	18	5.3.4 Contentores portáteis esvaziados in situ	46
2.3.1 Quais são os problemas?	18	5.3.5 Contentores de substituição	48
2.3.2 Inadequada mobilização de recursos	19	RESÍDUOS DE RUAS E DRENOS	50
2.3.3 Excessiva dependência de equipamento importado	19	6.1 As tarefas	50
2.3.4 Métodos financeiros inapropriados	20	6.1.1 Características dos resíduos de rua e drenos	50
2.3.5 Uso de tecnologia inadequada	21	6.1.2 Métodos de recolha de resíduos de rua	50
2.3.6 Iniquidade na provisão de serviços	22	6.1.3 Lavagem de ruas e limpeza de drenos	51
2.4 Objectivos de uma recolha de resíduos melhorada	23	6.1.4 Participação pública	52
QUANTIDADES E CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	24	6.2 Gestão da varredura de ruas	52
3.1 Fontes de resíduos sólidos urbanos	24	6.2.1 Eficiência	52
3.2 Obtenção de dados sobre resíduos	26	6.2.2 Segurança	53
3.2.1 Capitação ou taxa de geração	26	6.2.3 Flexibilidade	53
3.2.2 Densidade dos resíduos	28	6.3 Máquinas, ferramentas e equipamento	53
MÉTODOS DE RECOLHA DE RESÍDUOS	32	6.3.1 Máquinas de varrer	53
4.1 Introdução	32	6.3.2 Ferramentas manuais	53
4.2 Momento de recolha	32	6.3.3 Carrinhos de mão	55
4.2.1 Frequência de recolha	32	6.3.4 Caixotes de lixo	56
4.2.2 Hora do dia	32	SELECÇÃO DE VEÍCULOS DE RECOLHA DE RESÍDUOS	58
4.2.3 Trabalhar em turnos	33	7.1 Factores a serem considerados ao seleccionar tipos de veículo	59
4.2.4 Dias da semana	33	7.1.1 Taxa de geração de resíduos (capitação)	59
4.3 Ponto de recolha	33	7.1.2 Densidade dos resíduos	59
4.3.1 Na rua	34	7.1.3 Volume de resíduos por habitante	61
4.3.2 Nos limites da propriedade - recolha de berma	35	7.1.4 Composição dos resíduos	61
4.3.3 Dentro da propriedade	36	7.1.5 Distância do transporte e condições das estradas	62
4.3.4 Recolhas especiais	36	7.1.6 Alturas de carregamento	62
4.3.5 Conclusões	37	7.1.7 Condições e restrições de tráfego	62

7.1.8	Fabrico local e sustentabilidade	63	7.8.2	Compactadores com placas de compactação de carregamento traseiro	86
7.1.9	Nível de serviço e vontade de pagar	63	7.8.3	Compactador de parafuso	88
7.1.10	Uso de consultores externos	63	7.8.4	Compactador de tambor rotativo	89
7.1.11	Envolvimentos dos trabalhadores na tomada de decisão	64	7.8.5	Compactador de pá	89
7.1.12	Transporte usado noutros sectores	64	7.8.6	Compactador de carregamento frontal	90
7.1.13	Software informático para selecção de veículos	64	7.8.7	Comentários sobre sistemas de carregamento para camiões compactadores	90
7.2	Dimensões e capacidades de carroçarias de veículos	65	7.9	Sistema de contentores de substituição	91
7.2.1	Cargas úteis e peso bruto do veículo	65	7.9.1	Tractores e recipientes	91
7.2.2	Altura de carregamento	66	7.9.2	Veículos de elevação de contentores <i>skip</i>	92
7.2.3	Tamanho da carroçaria do veículo	66	7.9.3	Sistemas <i>roll-on</i> e de elevador de gancho	93
7.3	Pequenos veículos de recolha de resíduos	68	7.9.4	Transporte de contentores pequenos	95
7.3.1	Carrinhos de mão e triciclos	68	7.10	Sumário	96
7.3.2	Transporte de tracção animal	70	TRANSFERÊNCIA	97	
7.3.3	Reboques de motocicletas	71	8.1	Introdução	97
7.3.4	Tractores de duas rodas (moto-cultivadores)	71	8.2	Sistemas de transferência	97
7.3.5	Triciclo motorizado	71	8.2.1	Sistema ponto de encontro	97
7.3.6	Microcamião com carroçaria para resíduos	71	8.2.2	Carregamento a partir do chão	98
7.4	Tractores e reboques agrícolas	72	8.2.3	Estações de transferência de níveis diferenciados	98
7.4.1	Tractores	72	8.2.4	Pequenas estações de transferência do tipo fosso e elevação (PET)	100
7.4.2	Reboques	73	8.2.5	Sistema de transferência de contentor para contentor	102
7.5	Chassis e cabines de camião	74	8.2.6	Comentários gerais sobre reciclagem nas estações de transferência	102
7.5.1	Chassis	74	8.3	Transporte a granel	103
7.5.2	Cabines	75	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS DE RECOLHA	105	
7.6	Carroçarias de veículos de recolha não compactadores	76	9.1	Introdução	105
7.6.1	Veículos de caixa aberta de taipais elevados	77	9.2	Planificação de rotas de recolha	106
7.6.2	Veículos de caixa semi-cilíndrica de carregamento lateral	78	9.3	Comunicação	106
7.6.3	Veículos fechados de taipais elevados de carregamento dianteiro	79	9.4	Monitoria	107
7.6.4	Carroçarias basculantes para a frente e para trás	79	9.5	Manutenção preventiva	109
7.6.5	Sistema com elevador de contentores de carregamento lateral	80	ASPECTOS FINANCEIROS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	112	
7.6.6	Sistema de grua-basculante	80	10.1	Introdução	112
7.7	Veículos semi-compactadores	81	10.2	Custos operacionais da recolha de resíduos	113
7.7.1	Veículos semi-compactadores de carregamento lateral, placa móvel	81	10.2.1	Custos de mão-de-obra	113
7.7.2	Veículos de semi-compactação para a frente e para trás	82	10.2.2	Custos de energia	113
7.7.3	Veículos de semi-compactação de tremonha de carregamento lateral	82	10.2.3	Custos de manutenção	113
7.8	Veículos compactadores	82	10.3	Custos financeiros	114
7.8.1	Introdução aos veículos compactadores	82	10.3.1	Depreciação	114
			10.3.2	Juros sobre o capital e custo de oportunidade	115
			10.4	Recuperação de custos	116
			10.4.1	Introdução	116
			10.4.2	Sistemas de recuperação de custos	116

10.5 Gestão de fundos	118	e comerciantes qualificados	137
10.6 Custos económicos e preços sombra	119	12.7.4 Formação para gestores, engenheiros e técnicos	127
ARRANJOS INSTITUCIONAIS	120	12.8 Supervisão	137
11.1 O sector público – o governo nacional, regional e local	120	12.8.1 Segurança	137
11.1.1 Governo Nacional	120	12.8.2 Eficiência	138
11.1.2 Governo Regional	120	12.8.3 Relações públicas	138
11.1.3 Governo Local	120	12.8.4 Outros comentários em matéria de supervisão	139
11.1.4 Empresas prestadoras de serviços públicos	121	RECOLHA DE DADOS SOBRE OPERAÇÕES	
11.1.5 Ligações com o público	121	DE RECOLHA DE RESÍDUOS	140
11.2 O sector privado	122	A1.1 Porque são necessários dados operacionais?	140
11.2.1 O leque de opções	122	A1.2 Diretrizes para uma pesquisa de estudo de trabalho	141
11.2.2 Vantagens e desvantagens do envolvimento do sector privado	123	A1.3 Outros tipos de dados operacionais	143
11.2.3 Pré-requisitos para um envolvimento do sector privado bem-sucedido	124	A1.3.1 Informação sobre o local	143
11.2.4 Micro e pequenas empresas	124	A1.3.2 Informação relacionada com veículos específicos	143
11.2.5 Impactos na recolha de resíduos	124	A1.3.3 Custos	143
11.2.6 Relacionamento com o público	125	A1.4 Aplicações dos dados operacionais	144
11.3 O sector informal	125	MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO EQUIPAMENTO DE RECOLHA	145
11.3.1 Relações com o sector informal	126	A2.1 Pontos-chave	145
11.3.2 Contribuições e problemas no envolvimento do sector informal	126	A2.2 Pasta do veículo	145
11.3.3 Relações com o sector informal	127	A2.3 Ficha diária dos motoristas (formulário MT1)	146
11.3.4 Factores a considerar ao planear operações de recolha de resíduos	128	A2.3.1 Verificação pré-partida	146
11.4 Contribuições de ONGs e organizações comunitárias	129	A2.3.2 Verificação de conclusão	146
GESTÃO DA FORÇA DE TRABALHO	130	A2.3.3 Comentários gerais	146
12.1 Estrutura organizacional	130	A2.4 Ficha de trabalho (formulário MT2)	146
12.1.1 Carregamento e varredura associados	130	A2.5 Procedimentos para reparações de emergência	147
12.1.2 Motoristas com mecânicos ou com cantoneiros de recolha?	131	A2.6 Ficha resumo da manutenção mensal (formulário MT3)	147
12.1.3 Um departamento de gestão de resíduos separado	131	A2.7 Programa de manutenção e reparação de veículos (mapa de parede MT4)	147
12.1.4 Sectores públicos e privados	131	A2.8 Resultados de desempenho mensal (formulário MT5)	148
12.2 Planificação	131	A2.9 Programas de manutenção preventiva (formulários MT6 & 7)	148
12.3 Distribuição de tarefas	133	A2.9.1 Ficha de manutenção preventiva semanal (formulário MT6)	148
12.4 Definição de tarefas	133	A2.9.2 Ficha de manutenção preventiva mensal (formulário MT7)	148
12.5 Saúde e segurança	135	A2.10 Inspeção técnica semestral (formulário MT8)	148
12.6 Questões de género	136	A2.11 Formulário de aprovisionamento de peças sobressalentes (formulário MT9)	149
12.7 Formação	136	A2.12 Ficha de stocks de armazém (formulário MT10)	149
12.7.1 Formação de trabalhos manuais	136	A2.13 Ficha mestra do veículo (formulário MT11)	149
12.7.2 Formação de motoristas	136		
12.7.3 Formação para mecânicos, electricistas			

A2.14 Problemas recorrentes	149	DEPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	182
A2.15 Custo de veículos “fora-de-serviço”	150	A5.1 Introdução	182
A2.16 Exemplos de formulários	151	A5.1.1 Deposição a céu aberto	182
COMPARAÇÃO FINANCEIRA DE SISTEMAS DE RECOLHA	165	A5.1.2 Deposição controlada	182
A3.1 O cenário	165	A5.1.3 Deposição em aterro sanitário	183
A3.2 Fontes de informação	165	A5.2 Estratégia de deposição final de resíduos	184
A3.3 Informação geral e de fundo sobre a cidade velha	165	A5.3 Equipamento para operação de grandes aterros	185
A3.4 Observações na velha cidade	166	A5.4 Sistema proposto para o uso de tratores agrícolas na operação de pequenos aterros	186
A3.5 As propostas	166	A5.4.1 Cidades de pequena dimensão têm sido negligenciadas	186
A3.5.1 A proposta de Pakatruk preferida pelo Presidente do Município	166	A5.4.2 Equipamento para o sistema de pequeno aterro proposto	187
A3.5.2 A proposta de pequena estação de transferência do Engenheiro Municipal	166	A5.4.3 Operando este sistema	189
A3.6 Outra informação especializada	167	A5.5 Implicações da deposição final no equipamento de recolha e de transporte de resíduos	190
A3.7 Informação decorrente de investigação	167	A5.5.1 Tempo de viagem e custos	190
A3.8 Cálculo dos custos de sistemas de recolha de resíduos	168	A5.5.2 Condução nos resíduos	190
A3.8.1 Dados gerais	168	A5.5.3 Descarregamento	191
A3.8.2 Comparação de sistemas	169	LISTA DE REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA	192
A3.9 Discussão de resultados	170	A6.1 Referências mencionadas no texto	192
A3.9.1 O significado de custo unitário	170	A6.2 Bibliografia: Sugestões de leitura complementar	193
A3.9.2 Olhando para outros números	171	A6.2.1 Textos gerais	193
A3.9.3 Revisão de alguns pressupostos	171	A6.2.2 Fontes relacionadas com capítulos específicos	193
A3.9.4 Questões não financeiras	171	TERMINOLOGIA	195
A3.9.5 Considerando as taxas de juro	172	LISTA DE FIGURAS, FOTOS E TABELAS	199
RECICLAGEM E TRATAMENTO	173		
A4.1 Visão geral	173		
A4.2 Reciclagem e recuperação de recursos	174		
A4.2.1 Vários modelos	174		
A4.2.2 Requisitos para uma reciclagem económica	175		
A4.2.3 Aspectos ambientais	175		
A4.2.4 Questões de propriedade	176		
A4.2.5 Exemplos específicos de reciclagem	176		
A4.2.6 Implicações da reciclagem para sistemas de recolha	177		
A4.3 Tratamento de resíduos sólidos	178		
A4.3.1 Incineração	178		
A4.3.2 Enfardamento	179		
A4.3.3 Redução de tamanho	179		
A4.3.4 Implicações do tratamento em sistemas de recolha de resíduos	180		
A4.4 Reflexões sobre processos de tomada de decisão	179		



Um dos mais difíceis problemas para as autoridades locais nos centros urbanos é a gestão de resíduos sólidos. Uma eficiente gestão de resíduos exige considerável compromisso político, suficientes dotações orçamentais e uma força de trabalho dedicada. As deficiências nesse domínio são mais visíveis nas cidades dos países em desenvolvimento, onde se encontram áreas a receber pouca ou mesmo não recebendo nenhuma atenção. Uma combinação de rápida urbanização, baixos níveis de cobrança de receitas e necessidades concorrentes tem provocado, nas últimas décadas, uma enorme pressão sobre a capacidade de muitas autoridades locais para prestar eficientes serviços de gestão de resíduos, reduzindo progressivamente as áreas cobertas e diminuindo a qualidade dos serviços oferecidos. Consequentemente, os esforços de muitas autoridades locais para gerir resíduos sólidos urbanos não conseguiram acompanhar a demanda. O insidioso impacto social e de saúde desta negligência é maior entre os pobres, especialmente aqueles que vivem em assentamentos informais.

Escolhas tecnológicas inadequadas, especialmente em cidades de pequena e média dimensão, conduziram a custos inacessíveis, travando todo o processo de gestão de resíduos sólidos. Esta publicação é a resposta do UN-HABITAT à gritante necessidade de se melhorarem os sistemas de recolha de resíduos urbanos. Ela fornece um menu de opções de entre as quais os provedores de serviços e as autoridades locais podem identificar soluções apropriadas para eficientes

e acessíveis sistemas de recolha, manuseamento e descarte de resíduos sólidos.

Lições tiradas de várias cidades indicam que só podem ser alcançados sistemas sustentáveis de recolha de resíduos para cidades do mundo em desenvolvimento através da adopção de opções tecnológicas adequadas concebidas para satisfazer diferentes necessidades. O equipamento deve ser acessível e fácil de operar e manter, com peças sobressalentes prontamente disponíveis no mercado local. Equipamento importado sofisticado, principalmente adquirido pelas cidades através do apoio de doadores, muitas vezes não é duradouro, tornando-se rapidamente obsoleto e criando cemitérios de sucata nos parques da autoridade local.

A presente publicação será uma valiosa ferramenta para decisores políticos, engenheiros municipais, prestadores de serviços independentes, planificadores, consultores, pesquisadores e outros profissionais envolvidos na concepção de sistemas de gestão de resíduos sólidos nas cidades do mundo em desenvolvimento. Esperamos que o princípio de escolha e concepção tecnológica nela demonstrado norteie a recolha, o manuseamento e a deposição final de resíduos sólidos, dessa forma inspirando muitas autoridades locais para um renovado empenho na criação de um ambiente que aumente a qualidade de vida dos seus habitantes. Deve constituir um ponto de partida útil na consciencialização para os potenciais ganhos sociais e económicos da adopção de sistemas de gestão de resíduos sólidos apropriados e eficientes.

Anna Kajumulo Tibaijuka
Subsecretária-geral das Nações Unidas e Directora
Executiva do Programa das Nações Unidas para os
Assentamentos Humanos
UN-HABITAT

AGRADECIMENTOS

Durante a década de 1980, o UN-HABITAT esteve envolvido em diversos projectos de cooperação técnica centrados especificamente na gestão de resíduos sólidos. Também foi realizada pesquisa aplicada sobre recolha e manuseamento de resíduos. Decidiu-se na altura que as boas práticas de campo deveriam ser devidamente documentadas para que outras pessoas pudessem aprender da experiência, o que resultou numa publicação produzida em 1988 cujo sucesso foi tanto que ainda está em uso. Dois anos atrás, decidiu-se actualizar e expandir essa publicação para destacar os avanços na tecnologia e incluir também mais experiência adquirida desde a publicação original.

Afortunadamente, Manus Coffey, o Autor da publicação original, está ainda muito activo e foi a escolha perfeita para actualizar e expandir a publicação. Para realizar a tarefa, juntou suas mãos ao Dr. Adrian Coad. Estes dois principais autores foram apoiados por uma pequena equipa e desejam exprimir a sua gratidão às seguintes entidades pelos contri-

butos prestados na preparação deste livro:

A Uto Hogerzeil, que preparou a maioria dos desenhos. Muitos dos publicados na edição anterior foram amplamente utilizados por outros, o que revela serem considerados um recurso de grande utilidade;

À WEDC, Loughborough University, pelo acesso ao seu Centro de Recursos, e, particularmente, a Tricia Jackson pela assistência na revisão da literatura recente; e

Aos revisores da versão preliminar final – Manfred Scheu e Dr. Mansoor Ali –, que deram muitas sugestões úteis que melhoraram a sua qualidade, e ainda a Iole Issaias, que fez a revisão de uma versão preliminar anterior.

Muitos membros do pessoal do UN-HABITAT ajudaram na preparação e edição final deste estudo. O relatório foi elaborado sob a substantiva orientação geral do Dr. Graham Alabaster, Chefe da Secção I, Departamento de Água, Saneamento e Infra-estruturas, apoiado por James Ohayo e Daniel Vilnersson, entre outros.



Bert Diphorn
Director, Divisão de Financiamento de Assentamentos
Humanos do Programa das Nações Unidas para os
Assentamentos Humanos
UN-HABITAT

1.1 INTRODUÇÃO AO TEMA

Ao ouvir a expressão “*gestão de resíduos sólidos*”¹, muitas pessoas pensam imediatamente em *reciclagem*². É certo que a reciclagem é uma importante componente da gestão de resíduos sólidos, mas não é o aspecto que requer maior despesa, nem o que tem maior impacto no meio urbano ou na saúde pública. Com base em ambos os critérios, é a *recolha* de resíduos sólidos urbanos o aspecto mais importante. Em algumas situações a reciclagem proporciona mais emprego, e casos há em que a deposição descontrolada de resíduos tem causado muito graves problemas de poluição, mas a recolha e o transporte de resíduos sólidos são o que mais exige dos orçamentos municipais e maior impacto tem na vida urbana. Esta publicação centra-se na recolha de resíduos sólidos.

A expressão “recolha de resíduos sólidos” é usada incluindo o armazenamento inicial de resíduos nas habitações, lojas e empresas, o carregamento, o descarregamento e a transferência de resíduos e todas as etapas do transporte de resíduos até ao seu destino final – uma instalação de tratamento ou um local de deposição final. A varredura de ruas e lugares públicos, a limpeza de valas de escoamento de águas pluviais e a remoção desses resíduos também estão incluídos.

Este livro é uma revisão de “Refuse Collection Vehicles for Developing Countries [Veículos de Recolha de Resíduos para Países em Desenvolvimento]”, uma publicação do UNCHS [Habitat] da década de 80 que esgotou há algum tempo. Comparativamente à literatura disponível sobre reciclagem e deposição final, parece haver muito poucas fontes que lidem amplamente com a recolha de resíduos sólidos em países de baixo e médio rendimento, razão pela qual os autores e o editor esperam que este livro venha ao encontro de uma necessidade real.

A expressão “*gestão integrada* de resíduos sólidos”³ é

1. Muitos dos termos utilizados nesta publicação são usados de diferentes formas em diferentes países e por diferentes especialistas. Por isso, o último Anexo desta publicação apresenta definições explicando como determinados termos são usados nestas páginas. O leitor é convidado a consultar regularmente essa lista para verificar a terminologia aqui usada. Quando uma palavra da lista aparece no texto pela primeira vez, ela é apresentada em itálico.
2. Nesta publicação, “*reciclagem*” refere-se a todas as actividades que são necessárias para separar ou extrair itens e materiais de resíduos sólidos e dar a esses materiais algum valor económico. O termo “*reciclagem*” inclui, portanto, *segregação, triagem, manuseamento, transporte, limpeza, redução de tamanho, enfiamento, processamento (incluindo compostagem) e fabrico.*
3. Para uma discussão mais detalhada sobre a *gestão integrada* de resíduos sólidos, ver Van de Klundert [2001] e Coad [2000]. O Anexo A6 apresenta especificações destas referências.

frequentemente utilizada para sugerir que a inclusão do conceito de integração assegura sempre sucesso. Mesmo antes de este termo ter sido cunhado, foi amplamente reconhecido por líderes bem sucedidos na gestão de resíduos sólidos que todas as etapas – desde a geração até à deposição final – devem ser consideradas quando estão a ser tomadas decisões sobre qualquer uma delas. É por essa razão que este livro discute resumidamente as etapas de reciclagem e deposição final, embora o tema seja a recolha de resíduos. A recente ênfase na palavra “*integrada*” sublinha a importância de se considerarem os pontos de vista e as perspectivas de todas as *partes interessadas*, bem como a variedade de *inputs* e impactos – sociais, económicos, políticos, institucionais e técnicos, juntamente com a questão central do recrutamento, bem-estar e desempenho do pessoal. Os que contribuíram para esta publicação acreditam plenamente na importância da integração de todas essas formas, mas, sendo o livro sobre a recolha de resíduos sólidos, não dá igual peso a outras etapas da gestão de resíduos. Há nele alguma discussão sobre reciclagem e deposição final, particularmente nos Anexos A4 e A5, devido às inter-relações entre estas e a recolha – os métodos de recolha têm influência na reciclagem e as medidas utilizadas para reciclagem e deposição final têm importantes impactos na concepção de eficientes sistemas de recolha de resíduos. O principal foco do livro é, contudo, a recolha de resíduos.

Este livro é escrito para países de baixo e médio rendimento, também designados “países em desenvolvimento”. Como procura incentivar a concepção de sistemas baseados em informação local, a abordagem é válida em qualquer país. O principal foco são os resíduos sólidos urbanos, que se considera incluírem resíduos domésticos, de empresas e instituições, resíduos de construção e demolição em pequenas quantidades, resíduos sólidos gerais de hospitais (excluindo resíduos perigosos), resíduos de indústrias menores que não são classificados como perigosos e resíduos de ruas, áreas públicas e valas. Não se debruça sobre resíduos da agricultura, de grandes indústrias ou de indústrias de mineração que normalmente lidam com os seus próprios resíduos. Esses resíduos são gerados em grandes quantidades em muitos países, mas os sistemas para sua recolha, tratamento e deposição final são independentes dos sistemas usados para resíduos sólidos urbanos.

1.2 A SITUAÇÃO ACTUAL

A gestão dos resíduos sólidos é um dos mais caros serviços urbanos, absorvendo normalmente até 1 por cento do PNB e 20 a 40 por cento das receitas municipais nos países em desenvolvimento. Proporciona emprego para até 6 trabalhadores por cada 1.000 habitantes - um número que poderia representar até 2 por cento da força de trabalho nacional. Mesmo assim, o serviço é frequentemente inadequado, com mais de metade dos resíduos gerados nas áreas urbanas não sendo recolhidos, e grandes áreas de cidades não recebendo atenção regular. Invariavelmente, a maioria dos carenciados vivem em assentamentos de baixo rendimento.

A responsabilidade de fornecer um serviço de gestão de resíduos sólidos geralmente depende do governo local, e uma deficiência comum e fundamental é o fracasso dos governos em garantir que estejam disponíveis fundos suficientes para prestar um nível de serviço aceitável. Para agravar a situação, os limitados fundos disponíveis são frequentemente utilizados para adquirir equipamento de recolha inadequado e, muitas vezes, inapropriado, ou para manter uma frota de recolha insuficiente e obsoleta. Consequentemente, o serviço prestado na maioria das cidades dos países em desenvolvimento pode, na melhor das hipóteses, ser descrito como não fiável, irregular e ineficiente. Muitas vezes os sistemas utilizados em países em desenvolvimento foram recomendados por consultores estrangeiros de países com condições económicas e sociais muito diferentes e resíduos com características completamente diferentes.

A ausência de um planeamento adequado e o uso de veículos e equipamento impróprio levaram a um sério desperdício de despesas e esforços nesse sentido. Os governos estão cada vez mais conscientes de que a má qualidade do serviço prestado na maioria das áreas urbanas, em termos de quantidade de resíduos sólidos recolhidos e protecção ambiental fornecida, torna difícil justificar até mesmo os níveis actuais de gastos no sector. Há, portanto, uma maior demanda de maior eficiência. Do total de despesas em que geralmente se incorre na gestão de resíduos sólidos, normalmente 70 a 80⁴ por cento destinam-se à recolha e transporte de resíduos. Assim, o objectivo de um serviço eficiente deve ser a minimização dos custos de recolha de resíduos sólidos, juntamente com a prestação de um serviço adequado e regular a toda a área-alvo. Para atingir esses objectivos, os sistemas de gestão de resíduos sólidos devem evoluir ligados

4. A percentagem é provavelmente inferior em cidades com sistemas de deposição final aceitáveis devido ao custo de operação de um bom aterro sanitário. As despesas poupadas por uma recolha mais eficiente poderiam ser utilizadas para melhorar operações de deposição, as quais são frequentemente inadequadas.

à sua génese territorial, com base na quantidade e características dos resíduos, índices salariais, capacidades de fabrico e manutenção nacionais, custos energéticos actuais, e nas diversas características físicas, sociais e culturais das comunidades a serem atendidas. Prestar um serviço de recolha eficiente para uma cidade requer frequentemente uma combinação de técnicas e equipamento para acomodar os diferentes desafios dos vários bairros da cidade. Esta matéria é discutida mais adiante, no ponto 2.3.

Nos países em desenvolvimento pode ser encontrada uma vasta gama de tipos de veículos para resíduos. São motivo de preocupação duas tendências dominantes em relação aos que são utilizados. A primeira diz respeito ao uso de veículos antigos que não são económicos e são ineficientes. A segunda é a da substituição gradual de frotas de veículos para resíduos obsoletos por camiões compactadores modernos que são totalmente inadequados para a maioria das aplicações em países em desenvolvimento. Os decisores e profissionais preocupados com a gestão de resíduos sólidos nos países em desenvolvimento muitas vezes não têm consciência da importância de uma selecção cuidadosa de veículos de resíduos para as condições locais, e têm pouca informação sobre a gama de veículos disponíveis, não estando, portanto, capazes de seleccionar os tipos que seriam os mais adequados. Até ao momento, pouco esforço sério tem sido dedicado à promoção da produção de veículos para resíduos que sejam *apropriados*⁵ para uso nas variadas condições encontradas nas áreas urbanas dos países em desenvolvimento. Em vez disso, há uma tendência cada vez maior de transposição de veículos e sistemas de recolha de resíduos que foram desenvolvidos para uso em países industrializados directamente para países em desenvolvimento. Os veículos estão a ser padronizados a ponto de grandes áreas urbanas não poderem ser atendidas.

1.3 O PROPÓSITO DESTA PUBLICAÇÃO

Este livro destina-se a ajudar os que influenciam os investimentos do sector público e privado nos sistemas de recolha de resíduos sólidos em países em desenvolvimento. Procura dirigir-se a decisores políticos, engenheiros de gestão de

5. A palavra "apropriado" é usada no seu sentido original, mais amplo, e não no sentido por que é frequentemente entendida de "tecnologia apropriada". Neste livro, "apropriado" significa adequado para a tarefa a realizar, a situação económica local e as expectativas e atitudes das pessoas locais, e capazes de actuar no contexto local de forma fiável, eficaz e com uma boa relação custo-eficiência. As tecnologias sofisticadas e automatizadas são apropriadas em certas circunstâncias e as tecnologias simples são apropriadas em outras condições.

resíduos sólidos, consultores envolvidos na planificação e fornecimento de sistemas de gestão de resíduos sólidos, fabricantes (e potenciais fabricantes) de veículos de recolha de resíduos e estudantes que estejam a adquirir conhecimentos sobre gestão de resíduos sólidos em países de baixo e médio rendimento. Centra-se na concepção de sistemas de recolha e na selecção de veículos de recolha de resíduos, uma vez que uma planificação e avaliação integrais e racionais nesta etapa são cruciais para a eficiência e o desempenho geral do sistema. O objectivo é consciencializar para a concepção de veículos e características operacionais essenciais que garantam a eficiência de sistemas de recolha de resíduos, bem como para as potenciais funções de alternativas a veículos motorizados. Especificamente, os propósitos do relatório são:

- a) fornecer informação que possa levar ao desenvolvimento de sistemas de recolha de resíduos sólidos que sejam fiáveis e acessíveis;
- b) fornecer informação técnica para a concepção e fabrico de veículos alternativos adequados à produção, às capacidades operacionais e às condições físicas locais e que tenham uma melhor relação custo-eficácia do que os veículos de capital intensivo de países industrializados do hemisfério norte.

Embora esta publicação se centre nos veículos de recolha de resíduos, importa recordar que o sucesso da operação desses veículos depende da eficácia de todo o sistema de recolha de resíduos e de diversos outros factores, conforme ilustrado na Figura 1.1.



Figura 1.1 O sistema de recolha de resíduos sólidos urbanos
O veículo é o cerne do sistema de recolha, mas muitas outras componentes e aspectos devem ser considerados. Não basta seleccionar a cabine, o chassis (que inclui o quadro, o motor, a transmissão e as rodas) e a carroçaria de carregamento, sem considerar os outros aspectos apresentados nos círculos intermédio e externo. Os termos e abreviaturas são definidos no Anexo A7.

1.4 O ÂMBITO DESTA PUBLICAÇÃO

Como foi já mencionado, este livro incide sobre a recolha e transporte de resíduos sólidos urbanos em países de baixo e médio rendimento. São muitos os factores que influenciam a eficácia e eficiência de um sistema de recolha de resíduos sólidos - condições locais, outros aspectos de todo o sistema de gestão de resíduos sólidos, factores sociais, económicos, institucionais, políticos, ambientais, de saúde pública e técnicos, bem como a variedade dos diferentes grupos de pessoas envolvidas. Esta publicação procura mostrar como todos esses factores podem ser integrados para se alcançar um sistema fiável e eficiente.

O capítulo que se segue explica por que razão a recolha de resíduos sólidos em países em desenvolvimento é diferente da recolha de resíduos sólidos em países industrializados, o que é ilustrado com muitos exemplos de como a abordagem deve ser diferente. É uma importante parte do livro, uma vez que os impactos dessas diferenças muitas vezes não são compreendidos, daí advindo consequências frequentemente muito infelizes.

O Capítulo 3 descreve os diferentes tipos de resíduos, em termos de fonte e material, e explica como as propriedades dos resíduos afectam a selecção dos veículos de recolha.

O Capítulo 4 discute os sistemas de recolha de resíduos como um todo, sem entrar em detalhes dos sistemas de armazenamento e transporte. Os cinco capítulos seguintes abordam detalhadamente as componentes físicas dos sistemas de recolha e transporte, descrevendo, por sua vez:

- os meios de armazenamento de resíduos antes de serem recolhidos (Capítulo 5),
- a varredura de ruas e a recolha de resíduos descartados nas ruas e drenos (Capítulo 6),
- a grande variedade de tipos de veículos que podem ser usados para recolher e transportar resíduos sólidos, e os factores a considerar ao seleccionar o mais apropriado (Capítulo 7),
- formas de transferir resíduos para veículos maiores, especialmente quando os resíduos recolhidos têm de ser transportados por uma distância considerável (Capítulo 8), e
- alguns aspectos da operação e como manter os veículos em boas condições para que o serviço de recolha de resíduos seja tão económico e fiável quanto possível (Capítulo 9).

A recolha de resíduos sólidos é responsável pela maior parte das despesas com a gestão de resíduos sólidos, e a gestão de resíduos sólidos é a rubrica de maior despesa nos orçamentos municipais. A escassez de fundos e os difíceis procedi-

mentos para lhes ter acesso são frequentemente citados como razões pelas quais não podem ser tomadas as medidas importantes (até mesmo, como muitas vezes acontece, quando uma despesa relativamente pequena de manutenção pode economizar os mais elevados custos de manter os veículos inactivos, aguardando reparação). O Capítulo 10 apresenta considerações financeiras relacionadas com a recolha de resíduos.

O Capítulo 11 trata os aspectos institucionais da recolha de resíduos. Muitos especialistas e organizações de doadores são fortemente favoráveis ao envolvimento do sector privado na recolha de resíduos. Haverá formas de o sector público poder oferecer benefícios semelhantes? De que maneira se pode envolver o sector privado? Que perigos evitar ao envolver o sector privado, e o que pode ser feito para os evitar? O mesmo capítulo discute também os possíveis papéis do sector informal e aponta razões para o seu maior envolvimento.

A recolha de resíduos sólidos envolve uma grande força de trabalho, particularmente em países de baixo rendimento onde os salários dos trabalhadores não qualificados são muito baixos. Em muitos casos, a produtividade e a motivação também são baixas. O Capítulo 12 apresenta uma reflexão sobre alguns dos desafios na gestão dessa força de trabalho.

Nos anexos encontram-se mais detalhes e informações extras. O Anexo A1 descreve como se podem recolher valiosos dados sobre as operações de recolha de resíduos. O Anexo A2 fornece informações detalhadas e práticas sobre como a manutenção de veículos pode ser organizada. O anexo seguinte apresenta alguns cálculos simplificados que mostram como podem ser comparados diferentes sistemas de recolha de resíduos em termos de custos unitários totais. O Anexo A4 dá alguma informação sobre tratamento e reciclagem. Embora não se insira na recolha de resíduos, a

selecção de métodos e equipamento de recolha é influenciada por essas últimas etapas da gestão de resíduos, razão pela qual se inclui este breve resumo. O Anexo A5 introduz a deposição final de resíduos e uma nova abordagem proposta para o funcionamento de pequenos aterros. O Anexo A6 enumera as referências que foram citadas no texto, sugerindo também livros e artigos para novas leituras sobre vários tópicos. O anexo A7, no final do livro, é uma lista de terminologia. Muitas das palavras usadas na gestão de resíduos sólidos são utilizadas de maneira diferente por pessoas diferentes, razão pela qual a lista explica como são usados neste livro alguns dos termos específicos da gestão de resíduos sólidos.

O CD fornecido com o livro inclui o texto completo desta publicação, bem como os seguintes materiais:

- Os desenhos que são aqui usados⁶. Muitos deles foram incluídos na publicação inicial e amplamente utilizados em relatórios e outras publicações, além de notas de aula e trabalhos de estudantes. A sua inclusão no CD visa facilitar essa utilização;
- As fotografias aqui incluídas;
- As fichas para dados de manutenção preventiva incluídas no Anexo 2;
- Os cálculos em folhas de cálculo para os exemplos apresentados no Anexo A3.

Algumas das referências listadas no Anexo A6 também foram fornecidas na íntegra. A lista de referências indica as que foram incluídas.

6. Os materiais deste livro podem ser livremente utilizados desde que seja mencionada a fonte.

Resumo

- A gestão de resíduos sólidos é importante para a economia e para o ambiente.
- A gestão de resíduos sólidos deve ser integrada – todas as etapas, impactos e partes interessadas devem ser considerados quando estão a ser tomadas decisões.
- Os dois principais erros cometidos quando se escolhem veículos para a recolha de resíduos em países em desenvolvimento são (i) usar veículos de uso geral que são ineficientes e não adequados para os resíduos, e (ii) usar veículos projectados para condições diferentes em países industrializados sem verificar se são adequados para a situação específica.

2.1 INTRODUÇÃO

Um dos principais motivos de dificuldades e decepções no campo da recolha de resíduos sólidos é não se levar em conta as importantes diferenças entre as regiões geográficas, entre as nações, entre as cidades e mesmo dentro de uma cidade. Consultores internacionais, engenheiros que estudaram no exterior e decisores que ficaram impressionados com sistemas sólidos de gestão de resíduos em outros países muitas vezes favorecem sistemas que viram trabalhar bem num país industrializado e assumem que esses sistemas funcionarão igualmente bem num contexto completamente diferente. Trata-se de um grande equívoco. Os decisores e os engenheiros podem crer que a única componente significativa num sistema de recolha de resíduos é a tecnologia e ignorar outros aspectos vitais (Figura 1.1). Os consultores internacionais podem preferir sistemas com os quais estejam familiarizados ou que sejam fabricados nos seus próprios países. Muitas vezes, o resultado dessas influências é a exorbitante despesa em divisas, os veículos que ficam parados esperando peças sobressalentes importadas e os serviços de recolha de resíduos que não conseguem lidar com as quantidades de resíduos que estão a ser geradas.

A lista de diferenças entre um local e outro pode ser muito longa, incluindo aspectos de desenvolvimento social, económico, climático, espacial e urbano e factores técnicos. A lista fornecida em 2.2 não está completa, mas aponta para as principais características que devem ser investigadas num local específico, antes de um sistema de recolha de resíduos ser planeado e o equipamento especificado.

O ponto 2.3 analisa os problemas comumente encontrados nos sistemas de resíduos sólidos em países de baixa e média renda e mostra que a causa da maior parte desses problemas é a incapacidade de entender e ter em conta as grandes diferenças nos desafios e recursos entre os diversos lugares. A palavra apropriado(a) é frequentemente mencionada, usada no seu sentido original, referindo-se a uma boa combinação entre as condições locais e o sistema que é fornecido, sem pressupostos prévios sobre o tipo de solução que irá servir de forma mais eficaz. Apropriado nem sempre significa simples, de baixa tecnologia ou de mão-de-obra intensiva; significa, sim, que são considerados todos os factores relevantes de uma situação particular quando são tomadas as decisões.

2.2 DIFERENÇAS INTERNACIONAIS

2.2.1 Características dos resíduos

O impacto das características dos resíduos (tanto as quantidades quanto a composição) na concepção e selecção do equipamento de recolha de resíduos é um dos principais temas deste documento. Nunca é demais sublinhar a importância deste aspecto. Eis algumas das razões pelas quais as características dos resíduos apresentam tanta variação:

■ Hábitos de alimentação e preparação de alimentos

– Em alguns países, as lojas vendem principalmente alimentos já em grande parte preparados, congelados ou enlatados. Noutros países e em comunidades menores, as aves de capoeira são compradas vivas e os legumes são adquiridos com material extra considerável, além da parte que é consumida (o milho é um bom exemplo). Se a fruta e os vegetais forem baratos e abundantes, e ficarem frequentemente danificados quando são transportados, podem ser descartadas grandes quantidades. Diferentes tipos de fruta e vegetais geram diferentes quantidades de resíduos: comparem-se bananas e melancias, por exemplo. Onde são consumidas consideráveis quantidades de peixe, os resíduos rapidamente adquirem um cheiro muito forte. Cozinhar (e aquecer) com combustível sólido tem grande impacto nos resíduos, uma vez que pode ser queimado papel, que seria descartado de outro modo, e cinzas quentes e abrasivas afectam as características dos resíduos, além de que provocam danos nos contentores plásticos e desencadeiam incêndios.

■ **Factores sociais e económicos** – As diferenças de estilo de vida podem ser grandes, mesmo dentro de uma cidade, o que não só afecta o tipo e a quantidade de resíduos de cozinha que são gerados, mas também a quantidade de papel (devido a maior alfabetização e aquisição de jornais e revistas). Os cidadãos mais abastados são mais propensos a descartar artigos duráveis (como roupas usadas e equipamento eléctrico) à medida que se tornam obsoletos, ao invés de consertá-los. Algumas casas de alta renda podem estar equipadas com trituradores para encaminharem os resíduos de comida pelo sistema de esgoto. O uso de empregados domésticos também pode afectar o tipo de resíduos gerados.

■ **Reciclagem e reutilização** – Em algumas cidades, grande parte dos resíduos são usados para o gado e aves

de capoeira. Os recipientes para alimentos e bebidas podem ser reutilizados para uso doméstico. Certos itens podem ser segregados dos resíduos e vendidos. Os catadores de resíduos podem classificar os resíduos, levando o que podem usar ou vender. Tais práticas podem ter uma grande influência sobre os resíduos que são colocados para recolha.

- **Arquitetura** – Nas cidades onde as habitações são construídas principalmente de tijolos de barro e os pisos e pátios não são pavimentados, há grandes quantidades de terra e poeira nos resíduos. A varredura de estradas não pavimentadas também aumenta a quantidade de terra nos resíduos. Já a falta de sanitários adequados pode aumentar a quantidade de excrementos nos resíduos.
- **Clima e geografia** – Uma precipitação intensa eleva o teor de humidade dos resíduos sólidos armazenados ao ar livre. Em climas tropicais, podem esperar-se grandes quantidades de vegetação nos resíduos, e climas sazonais podem resultar em enormes pilhas de folhas durante certas épocas do ano. Algumas cidades acumulam grandes quantidades de terra fina transportada pelo vento. O clima também influencia os tipos de culturas e os seus rendimentos e, conseqüentemente, os resíduos alimentares gerados pelos moradores. Por exemplo, resíduos de cana-de-açúcar em países onde se vende sumo de cana nas ruas podem resultar em enormes quantidades de cana moída durante certas épocas.

As características dos resíduos sólidos urbanos também são influenciadas pela definição do termo. Em algumas situações, destroços de construção e demolição podem ser incluídos com resíduos domésticos e institucionais, incluindo essa que pode influenciar significativamente os pesos e características gerais dos resíduos que são recolhidos.

2.2.2 Factores sociais e económicos

Além da natureza dos resíduos, existem outros impactos de factores sociais e económicos que devem ser considerados ao projectar-se um sistema.

- **Nível do serviço** – A frequência e a conveniência do serviço de recolha de resíduos que a população espera não podem ser ignoradas na planificação de sistemas de recolha. Ilustra-o o facto de muitos habitantes do Cairo esperarem um serviço de recolha diário em que os resíduos sejam apanhados do lado de fora da porta do apartamento, mesmo no décimo andar. Em contrapartida, os habitantes da Suíça estão preparados para transportar os seus resíduos para um recipiente compartilhado a nível da rua, enquanto os habitantes do Cairo ficam relutantes

em serem vistos carregando os seus resíduos. Os que têm casas em Inglaterra estão a acostumar-se a ter os seus resíduos não recicláveis (incluindo resíduos de cozinha) recolhidos uma vez de duas em duas semanas. Como será discutido em 2.2.3, a temperatura ambiente tem uma forte influência no tempo que os resíduos alimentares podem ficar armazenados e, portanto, na frequência com que devem ser recolhidos.

- **Custos de mão-de-obra e desemprego** – devido aos altos níveis salariais, os países industrializados desenvolveram tecnologias de capital intensivo para a recolha de resíduos sólidos, para manterem as despesas salariais e os custos totais reduzidos ao mínimo. Os países de baixo rendimento, no outro extremo, têm grandes grupos de trabalhadores desempregados que estão dispostos a trabalhar por salários muito baixos e, nesses casos, podem ser apropriados métodos de mão-de-obra intensiva. Quando este fenómeno é acompanhado por problemas que alguns países em desenvolvimento enfrentam para manter veículos sofisticados e outras máquinas em boas condições, os métodos de mão-de-obra intensiva tornam-se atraentes graças à sua economia e fiabilidade. Gerir grandes equipas de trabalhadores de forma efectiva é um grande desafio.
- **Vontade de pagar** – Em algumas cidades, existe uma convicção quase universal de que as autoridades municipais devem prestar um serviço de recolha de resíduos sem cobrar directamente por isso. Outras comunidades podem estar acostumadas a criar os seus próprios mecanismos para a recolha de resíduos e pagar directamente esse serviço. Qualquer plano para financiar um sistema de gestão de resíduos sólidos a partir de taxas pagas pelos utilizadores deve levar em consideração as atitudes locais e a situação existente.
- **Atitudes para com o lixo no chão** – Alguns grupos sociais têm muito cuidado em colocar sempre todos os seus resíduos dentro do recipiente apropriado, enquanto outros consideram a rua como um lugar apropriado para despejar lixo e resíduos domésticos (mesmo que mantenham as suas casas e quintais muito limpos). É fácil escrever numa proposta de projecto que um programa de educação pública vai mudar essa atitude, mas, na prática, a educação por si só pode não ser eficaz na mudança de hábitos.
- **Consciência ambiental** – Desde a década de 60 que tem havido um processo gradual de extensão dos limites da preocupação ambiental, de bairro para nação, e agora, com a preocupação com as mudanças climáticas, para o nível global. Esse processo encontra-se, no entanto, em diferentes etapas nos diferentes países, e está a decorrer a

diferentes velocidades. Assim, não se pode partir do princípio de que os moradores estarão interessados em saber se os seus resíduos são despejados ilegalmente ou levados para um local de deposição final aprovado, desde que sejam retirados das suas imediações. Isso é muitas vezes referido como factor “NIMBY” (Not In My Back Yard [Não No Meu Quintal]). Os funcionários municipais podem mostrar a mesma falta de preocupação em relação ao destino dos resíduos e podem dar baixa prioridade à gestão de resíduos sólidos em geral. Um baixo nível de consciência ambiental no público pode dificultar a implementação da segregação familiar em dois ou mais fluxos de resíduos. Esta falta de consciência é muitas vezes acompanhada da falta de qualquer mecanismo de execução efectivo para garantir o uso correcto das instalações de armazenamento de resíduos.

Todos esses factores podem influenciar o sucesso ou o fracasso de um sistema de recolha de resíduos e, portanto, devem ser considerados quando se está a projectar algum sistema.

Caixa 2.1

Informação Adicional

Conheça o inimigo - alguma informação sobre a reprodução de moscas

As moscas domésticas põem ovos em lotes de cerca de 120. Um dos locais preferidos para depositarem os ovos são os resíduos alimentares em decomposição (de origem animal ou vegetal) húmidos, mas não molhados. Os ovos eclodem libertando larvas brancas, que se alimentam dos resíduos. Quando atingem a maturidade, as larvas deixam os resíduos e penetram até 60 cm em solo seco e solto, onde passam à fase seguinte como pupas. A pupa parece uma semente castanha oval com cerca de 6 mm de comprimento. A mosca adulta emerge do “casulo” passados alguns dias, procura caminho para a superfície e crescem-lhe as asas antes de voar.

As moscas domésticas frequentam excrementos e levam nos corpos e patas peludas agentes patogénicos para cozinhas. Também propagam doenças (particularmente doenças diarreicas) através de vômito e libertação de excrementos em alimentos. (A diarreia é uma das principais causas da mortalidade infantil).

A tabela que se segue indica como a duração do ciclo de vida depende da temperatura. A temperaturas ideais, as larvas podem deixar os resíduos passados menos de quatro dias, e os adultos podem surgir em menos de 6 dias depois de os ovos terem sido postos. Devido à decomposição, a temperatura no interior de uma massa de resíduos pode ser superior à temperatura ambiente.

Duração média das diferentes etapas (dias)

Temperatura	16°C	25°C	35°C
Ovo	1,7	0,66	0,33
Larva (<i>maggot</i>)	11–26	6,5	3,5
Pupa	18–23	6,7	4
Média total	32	11	6

Fonte: [Busvine, 1982]

2.2.3 Outras variações internacionais que afectam os sistemas de recolha

As temperaturas ambientais afectam a frequência com que os resíduos devem ser recolhidos. Em altas temperaturas, o ciclo de reprodução das moscas domésticas é muito mais rápido (Caixa 2.1) e, portanto, os resíduos devem ser recolhidos com maior frequência para controlar a quantidade desses insectos. Temperaturas mais elevadas também aceleram os processos microbiológicos, levando a uma geração mais rápida de maus odores e produção precoce de microrganismos fúngicos que podem causar distúrbios pulmonares. Como resultado, em climas quentes os resíduos sólidos devem ser recolhidos pelo menos duas vezes por semana, enquanto em temperaturas abaixo de zero de um inverno do Norte uma recolha mensal provavelmente não causará problemas. Em climas quentes onde uma parte importante da dieta seja peixe pode ser necessária uma recolha diária, uma vez que os resíduos de peixe rapidamente geram odores muito desagradáveis.

O desenho das áreas urbanas e as condições das ruas também afectam o modo como um sistema de recolha de resíduos deve ser projectado. As áreas centrais tradicionais das cidades antigas e as áreas de assentamentos informais representam um problema particular devido às vias de acesso estreitas e à falta de espaço para contentores de resíduos. Acentuados declives e estradas não pavimentadas podem impedir que certos tipos de veículos sejam utilizados. Os limites de peso para estradas e pontes devem ser respeitados na selecção de equipamento, tendo em mente que alguns tipos de camiões de recolha de resíduos estão frequentemente sobrecarregados. Sempre que existam estradas deficientemente pavimentadas com fundações inadequadas, veículos de resíduos com excessivas cargas por eixo podem ser uma importante causa de danos nas redes de água por baixo das estradas, resultando em grande desperdício de água, muitas vezes em países onde a água é escassa.

As capacidades e a experiência das administrações locais também devem ser consideradas na planificação de melhorias nos sistemas de gestão de resíduos. Nos países industrializados, a evolução dos sistemas de recolha, particularmente em termos de gestão, eficiência e fiabilidade, levou décadas, razão pela qual não é realista esperar-se que o mesmo processo possa ser alcançado num país de baixa renda em três meses, ou mesmo três anos. A gestão de resíduos sólidos é principalmente uma função de engenharia, mas é comum achar-se que a gestão de resíduos urbanos é da responsabilidade do Director de Saúde ou de algum outro funcionário administrativo sem antecedentes na operação de veículos e de quem não se pode esperar que tome decisões complexas sobre a escolha de veículos de quem não tem experiência.

O acesso a peças sobressalentes é outro problema que deve ser considerado. Enquanto um gestor de manutenção num país industrializado pode conseguir obter uma peça sobressalente poucas horas depois de se aperceber de que é necessária, num país em desenvolvimento, o processo de aquisição de peças sobressalentes pode levar mais de seis meses, devido a restrições de moeda externa, burocracia e procedimentos aduaneiros. Esta questão, por si só, pode ter um impacto importante no tipo de veículo que deve ser seleccionado. A falta de oficinas de manutenção bem equipadas é outro aspecto a ser considerado.

A legislação e, mais importante ainda, a aplicação da legislação, têm um impacto significativo na gestão de resíduos. Esses factores estão intimamente ligados às atitudes e consciencialização públicas, bem como a vontade de pagar pelos serviços de recolha de resíduos. Para ser eficaz, a legislação precisa de ter o apoio geral do público, sendo considerada necessária e apropriada. Inspectores e outros envolvidos na aplicação da lei devem ser motivados pela convicção de que as questões ambientais são vitais e de interesse público. As penas devem ser suficientemente elevadas para motivar o cumprimento e devem ser administradas de forma eficaz por um aparelho judiciário que esteja convencido da necessidade de penalizar crimes ambientais. Todos esses factores variam de um lugar para outro, e onde há deficiências a recolha de resíduos sofre, tanto no uso dos contentores como no pagamento dos custos. Um exemplo frequentemente citado é o princípio do “poluidor-pagador”, segundo o qual os geradores devem pagar a remoção e deposição final dos seus resíduos de acordo com quantidade destes e a dificuldade de os descartar de maneira satisfatória. Embora o princípio seja justo e racional, precisa de uma boa aplicação ou um alto grau de consciência ambiental universal, caso contrário os geradores de grandes quantidades de resíduos simplesmente evitam ter custos, despejando os resíduos ilegalmente. Por esta razão, o princípio do “poluidor-pagador” ainda não pode ser aplicado efectivamente em muitos países.

2.2.4 Conclusão

Muitos desses factores são subjacentes aos argumentos encontrados em pontos que se seguem, pois discute-se o seu impacto na selecção de equipamento e na concepção de sistemas de recolha. A lição-chave deste capítulo é que não existe uma solução ideal que se possa recomendar para todos os países, todas as cidades de um país ou mesmo todos os bairros de uma cidade. É necessário iniciar-se o processo de concepção desde o início, “voltar aos primeiros princípios” e tomar decisões com base em investigações locais.

2.3 DIFICULDADES ESPECÍFICAS ENFRENTADAS NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

2.3.1 Quais são os problemas?

A gestão de resíduos sólidos é um dos problemas ambientais mais difíceis nos centros urbanos dos países em desenvolvimento, onde os serviços são muitas vezes deficientes, especialmente nos assentamentos de baixo rendimento. Muitas vezes, esses assentamentos compreendem uma parte considerável da área e da população da cidade – chegando a metade, em alguns casos. O rápido crescimento urbano, acompanhado da crescente densidade de população, congestionamento do trânsito, poluição do ar e da água, aumento da geração de resíduos sólidos per capita e a falta de terras convenientemente localizadas para a eliminação de resíduos apontam para um rápido agravamento dos problemas já agudos de gestão de resíduos sólidos. As futuras demandas certamente aumentarão à medida que os sectores habitacional, comercial e industrial das cidades se expandirem e as economias se desenvolverem.

Em muitas cidades do mundo em desenvolvimento, não é incomum constatar que menos de um terço dos resíduos gerados em áreas urbanas são recolhidos pelas autoridades municipais encarregadas da sua deposição final. Por exemplo, a percentagem de resíduos recolhidos em Dar-es-Salaam, na Tanzânia, caiu para menos de 5% em 1992, antes de se ter iniciado uma limpeza geral de emergência da cidade no âmbito do Programa de Cidades Sustentáveis das Nações Unidas. Em 2003, tinha sido elevada para cerca de 32%.⁷

Embora a percentagem de resíduos recolhidos nas principais cidades possa ser superior a 50%, em cidades provinciais mais pequenas o número será provavelmente muito menor. Quase invariavelmente, as áreas de habitação de baixa renda densamente povoadas são negligenciadas, ou inadequadamente atendidas, e são as que têm maior necessidade dos serviços, uma vez que são menos capazes de criar os seus próprios mecanismos para se livrarem dos seus resíduos, e a alta densidade de habitações não deixa espaço para os enterarem ou fazerem a sua compostagem.

Na ausência de um serviço regular de recolha de resíduos sólidos, os resíduos são despejados em espaços abertos, nas estradas de acesso e ao longo de cursos de água. As lixeiras são invadidas por catadores e animais que espalham os resíduos, que servem de viveiros para vectores de doenças, principalmente moscas e ratos. O lixiviado da decomposição dos resíduos penetra no solo e em fontes de água próximas, e a contaminação resultante de alimentos, água e solo pode ter

7. Referência [Chinamo, 2003].

sérias consequências ambientais. Os resíduos não recolhidos também chegam a valas de drenagem, que ficam bloqueadas, e a água estagnada estimula a criação de mosquitos, resultando em grande número de casos de malária e dengue.

Muitas autoridades que fornecem um serviço de gestão de resíduos sólidos sofrem frequentes avarias de veículos de recolha, e não é incomum que 60 por cento da frota de veículos, ou mesmo mais, fique inoperacional a qualquer momento. Os tempos de imobilização excessivamente elevados são muitas vezes exacerbados por baixas taxas de reparação e consequente demora dos veículos em voltarem a ficar operacionais. Num caso na Tanzânia, por exemplo, pequenas reparações levavam até uma semana, e grandes reparações até um mês a ficarem prontas⁸, desde que as peças estivessem disponíveis. Não é invulgar os veículos ficarem fora-de-serviço por muitos meses aguardando os fundos para a compra de peças sobressalentes que podem ter de ser importadas do exterior.

Os veículos operacionais em muitas cidades geralmente transportam cargas pequenas - frequentemente menos de metade das suas cargas úteis potenciais, porque as suas carroçarias são inadequadas. Uma única viagem de ida e volta pode levar até três horas a ser feita. A eficiência e a produtividade são baixas, e o serviço é normalmente irregular. A irregularidade conduz a uma total perda de relação e confiança entre as autoridades e o público, e, nesses casos, pouca cooperação do público, se houver, se consegue reunir para apoiar o serviço.

Diversas razões financeiras, institucionais, técnicas e sociais são responsáveis pelo baixo nível de cobertura e pelo mau serviço que é comum em muitos centros urbanos nos países em desenvolvimento. No remanescente de 2.3 apresentam-se razões para as deficiências dos serviços de recolha de resíduos sólidos.

2.3.2 Inadequada mobilização de recursos

A receita municipal geral, arrecadada por meio de impostos municipais normalmente calculados com base no tamanho ou valor do imóvel que é servido, é normalmente a fonte de recursos para o funcionamento de serviços de gestão de resíduos sólidos. Em muitos países, os sistemas municipais de cobrança de impostos são inadequados e deficientemente administrados e, por conseguinte, são disponibilizados fundos insuficientes para fornecer um nível de serviço adequado. As comunidades urbanas informais ou de ocupantes ilegais, devido à sua condição de informais, não pagam impostos municipais, facto que tem sido usado como principal argumento contra a provisão de serviços municipais a essas

8. Referência [Nganayo, 1986].

comunidades. A emissão de títulos de terra, pelo menos a intenção declarada de fornecer títulos, é necessária antes de poderem advir dessas comunidades receitas municipais. Assume-se frequentemente que comunidades de ocupantes ilegais não conseguem ou não estão dispostas a pagar por serviços urbanos. No entanto, experiências no Brasil, na Indonésia, no Sri Lanka e em outros lugares indicam cada vez mais que essas comunidades geralmente consideram o pagamento de impostos municipais e taxas de serviço como um meio positivo para terem o reconhecimento governamental do seu direito de ocupar as suas parcelas e uma forma fundamental de integração nos processos globais da economia urbana.

2.3.3 Excessiva dependência de equipamento importado

Nos países em desenvolvimento, a base de rendimento municipal de que provêm as receitas é muito menor do que nos países industrializados; muitas vezes apenas um quinquagésimo a um vigésimo da base disponível nos países industrializados⁹. No entanto, o custo de equipamento e veículos importados é geralmente mais elevado nos países em desenvolvimento do que nos países industrializados em que são fabricados. Embora as taxas de geração de resíduos nos países em desenvolvimento possam ser de apenas um terço a metade da dos países industrializados, é evidente

9. Referência [Cointreau, 1982].

Caixa 2.2

Exemplo

O tamanho errado

Alguns anos atrás, num país africano, uma autoridade local tinha recebido uma série de veículos de recolha de resíduos no âmbito de um programa de cooperação. Em menos de três anos, a autoridade anunciava a compra de mais camiões. Quando o autor visitou as oficinas municipais, encontrou três gerações de camiões avariados, todos eles aguardando peças sobressalentes. O último lote de camiões estava equipado com um tamanho incomum de pneu e, como os pneus tinham sido fabricados no país em questão, havia uma restrição relativa à importação de pneus para proteger o fabricante local. Antes que o gestor do veículo pudesse obter uma licença de importação, foi obrigado a obter cartas formais de todos os fabricantes de pneus a declarar que não podiam fornecer pneus do tamanho exigido. Infelizmente, ele não conseguiu obter essas cartas e, por isso, os camiões foram abandonados e o serviço de recolha de resíduos da cidade colapsou.

Tendo isso acontecido, o autor pôde mostrar como modificar as rodas canibalizando peças de camiões anteriores para que pudesse ser usado um tamanho de pneu localmente disponível. (Técnicamente, esses camiões já não eram legais nas estradas, uma vez que o tamanho do pneu não obedecia à homologação do tipo original daquele modelo de camião).

que a melhor estratégia para melhorar a recolha de resíduos sólidos inclui métodos de mão-de-obra intensiva, aumento da capacidade local na fabricação e operação e melhoria das finanças municipais.

O rácio entre fundos externos e fundos nacionais para investimentos de capital continua a ser elevado. A componente de moeda externa dos custos de um projecto de resíduos sólidos pode ascender a mais de metade dos custos totais, mas depender fortemente de financiamento externo, inevitável como pode parecer pretendendo-se alcançar progresso a curto prazo, não é provavelmente receita para um desenvolvimento sustentável e deve ser apoiada por suficientes níveis de geração interna de fundos. A componente de moeda externa é um indicador útil de até que ponto se usa tecnologia local. Os projectos de gestão de resíduos sólidos que inicialmente estavam fortemente dependentes de financiamento externo ou de moeda externa tiveram dificuldades em conseguir fontes contínuas de moeda externa para operarem e se manterem activos. A Caixa 2.2 descreve um problema específico resultante de uma excessiva dependência de tecnologia importada. No entanto, o uso de tecnologias locais de mão-de-obra intensiva permitiu que a componente de moeda externa de projectos de gestão de resíduos sólidos fosse significativamente reduzida – para apenas 18% num caso¹⁰. Isso indica em que direcção se deve de

10. Referência [Cook, 1972].

Caixa 2.3

Exemplos

Nenhuma hipótese de escolha

Num caso, foram doados camiões compactadores de resíduos para limpar resíduos abrasivos¹. Os motivos pelos quais os camiões compactadores são totalmente inadequados para recolher este tipo de resíduos serão explicados no ponto 7.1.4. de alta densidade, imersos em água, de uma cidade que sofrera um tsunami que espalhou, pelas ruas, resíduos sólidos de locais de deposição. Embora o Governo não tivesse sido obrigado a cobrir os custos de capital para a compra desses veículos, teve que pagar pela sua operação e manutenção, o que, passado apenas um ano, teria ascendido a valores próximos dos do custo de investimento inicial dos veículos.

Num outro exemplo, antes que os consultores pudessem chegar a um país africano para estudar o problema do tratamento de resíduos no âmbito de um programa de ajuda, as primeiras máquinas já haviam sido enviadas da Europa, sem qualquer preocupação com as conclusões das investigações dos consultores.

Em outro caso, o fornecimento de veículos de recolha de resíduos de curta duração foi incluído como parte de um empréstimo infra-estrutural de longo prazo que requeria um “concurso internacional aberto”. O resultado foi a criação de um sofisticado sistema de recolha que se mostrou inacessível e insustentável no longo prazo. O país em questão ainda está a pagar os veículos, muito depois de terem deixado de trabalhar. Estando introduzido um sistema sofisticado, é extremamente difícil voltar atrás para um sistema sustentável.

1. Os motivos pelos quais os camiões compactadores são totalmente inadequados para recolher este tipo de resíduos serão explicados no ponto 7.1.4.

um modo geral seguir caso se pretenda tornar comuns sistemas de recolha de resíduos que sejam auto-sustentáveis.

2.3.4 Métodos financeiros inapropriados

O equipamento de recolha de resíduos tem uma vida curta; a vida útil de um veículo de resíduos normalmente não vai além de cinco a sete anos, e pode, inclusivamente, ser de apenas três anos. Mesmo assim, muitos países em desenvolvimento financiam equipamento de recolha de resíduos através de empréstimos de agências de crédito bilaterais ou internacionais, em financiamentos de médio e longo prazos, sem garantir que sejam geradas receitas internas adequadas para o serviço da dívida, operação, manutenção e substituição de activos. Num país africano, por exemplo, foi fornecida uma frota de novos veículos para resíduos sob um suave empréstimo de 20 anos, incluindo uma moratória de cinco anos¹¹ sobre o reembolso do capital. A não

11. Uma moratória sobre reembolso de capital significa que não há necessidade de se iniciar o reembolso da soma real que se pediu de empréstimo (neste caso) antes do ano seis. Nos primeiros anos, só se tem de pagar os

Caixa 2.4

Exemplo

Teste grátis

Dois camiões compactadores foram fornecidos gratuitamente a um país em desenvolvimento, acordando-se que, sendo bem-sucedida a operação dos veículos por um ano, seriam comprados, após este período experimental, mais 50 camiões daquele tipo. Não foi feita, no entanto, nenhuma tentativa de estudar o sistema de recolha de resíduos como um todo, nem foi providenciado o desenvolvimento de um sistema de armazenamento compatível com os novos camiões. (O método de armazenamento existente consistia em manter os resíduos em grandes caixotes de lixo, a partir dos quais os resíduos tinham que ser despejados no chão e encaminhados com uma pá para o veículo). O uso continuado deste método de armazenamento e carregamento significava que o camião compactador demorava tanto tempo a carregar como o seu antecessor – o camião de caixa semi-cilíndrica normal – e o sistema revelou pouca melhoria na produtividade, exigindo um aumento significativo nos custos de capital e de funcionamento. Além disso, o período de avaliação revelou-se demasiado curto para permitir uma avaliação detalhada dos requisitos da operação e manutenção dos veículos a longo prazo.

Caixa 2.5

Exemplo

Boa cooperação

Há também boas experiências de cooperação internacional. Uma que é conhecida pelos autores e referida em outro ponto deste livro envolveu uma nação asiática que forneceu capital a uma organização das Nações Unidas para a compra de camiões no âmbito de um projecto financiado por uma nação europeia. Os camiões seleccionados foram fabricados numa nação europeia diferente, e foram escolhidos porque eram amplamente utilizados na área específica e, portanto, poderiam ser mantidos de forma eficiente. As carroçarias para os camiões foram desenhadas por um especialista de uma terceira nação europeia. O sistema provou ser fiável e económico.

[Scheu, 2000]

avaliação plena da geração de receitas dos municípios e das suas obrigações no serviço da dívida deixaram muitos sem perspectivas de operar, manter ou substituir adequadamente o equipamento.

Ajuda ligada¹² e crédito contratual de fontes bilaterais e empresas privadas para fornecer equipamento específico de recolha de resíduos, muitas vezes sofisticados, levaram alguns governos a aceitar equipamentos sem considerar a sua adequação. Mencionam-se na Caixa 2.3 três exemplos.

Muitos programas de ajuda externa associados à gestão de resíduos sólidos nos países em desenvolvimento têm como objectivo conquistar mercados para o fornecimento de máquinas sofisticadas e respectivas peças sobressalentes. Consequentemente, a tendência tem sido o fornecimento de máquinas desenvolvidas em outros lugares para condições totalmente diferentes, pouco considerando as condições locais e as necessidades de todo o sistema de recolha de resíduos.

Mudanças nas políticas de ajuda só podem ser obtidas com maior consciencialização dos decisores locais e dos doadores relativamente às principais questões envolvidas na gestão dos resíduos sólidos nos países em desenvolvimento.

2.3.5 Uso de tecnologia inadequada

São muitas as razões pelas quais é essencial escolherem-se modelos e tecnologias apropriados às condições em que as máquinas irão funcionar. Veículos de recolha de resíduos projectados para um determinado conjunto de condições podem ser inadequados para outra situação. Os exemplos que se seguem ilustram esta importante questão:

- Os veículos de recolha de resíduos concebidos para lidar com um tipo particular de resíduos podem ser totalmente inadequados para resíduos com características diferentes. Por exemplo, veículos que compactam resíduos de baixa densidade para quatro vezes a sua densidade original são projectados para os resíduos de baixa densidade que se encontram em países industrializados. Tais veículos não são adequados para uso na maioria dos países em desenvolvimento onde os resíduos, em seu estado natural, já são muito densos. A Figura 2.1 mostra rácios típicos de compactação para resíduos de diferentes densidades. Mostra que o volume de resíduos de alta densidade (com uma densidade de 400 kg/m³) pode ser compactado para

cerca de 75% do volume original por mecanismos de compactação típicos, enquanto resíduos de baixa densidade (100 kg/m³) podem ser reduzidos para menos de 20% do seu volume inicial.

- Os veículos de recolha de resíduos que são desenhados para operar em áreas urbanas espaçosas com estradas bem pavimentadas podem ser totalmente inadequados para atender áreas congestionadas de alta densidade com fraco acesso, embora as duas áreas possam ser da mesma cidade. Houve uma tendência de padronizar as frotas de recolha por cidade, com a intenção de promover uma eficiente manutenção e supervisão, por todos os veículos serem iguais ou similares. Essa tendência fez com que grandes áreas da cidade ficassem excluídas na recepção de serviços.
- Os custos anuais de manutenção são geralmente entre 5% e 10% do custo de compra de um veículo de recolha, e as economias em custos de manutenção resultantes da padronização não são susceptíveis de ultrapassar os benefícios da eficiência de custos da utilização de métodos de recolha optimizados especificamente concebidos para determinadas condições.

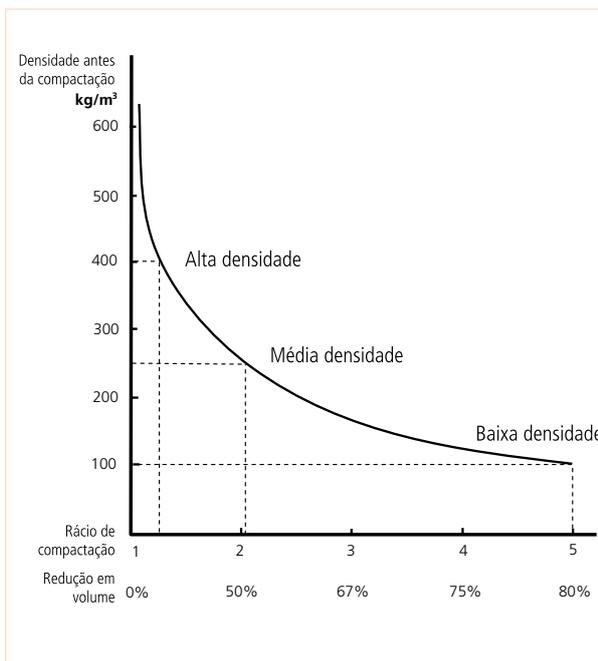


Figura 2.1 A redução em volume que é obtida por um mecanismo típico de compactação para resíduos de diversas densidades. Os valores exactos dependem tanto da natureza dos resíduos como do modelo do mecanismo de compactação.

juros. É importante ter-se em mente que a vida útil do veículo pode ser inferior a cinco anos, e que o reembolso do empréstimo para comprar o veículo pode continuar por muito tempo depois de o veículo ir para a sucata.

12. *Empréstimos ou subsídios concedidos por governos de países industrializados sob a condição de o dinheiro ser gasto em bens ou serviços fornecidos pelo país que concedeu o financiamento.*

- Em alguns casos, o equipamento pode ser considerado inapropriado se não puder ser adequadamente mantido nas condições em que é operado. A manutenção do

Caixa 2.6

Exemplos

Exemplos de tecnologia inadequada

- a) **Excluindo muitas áreas urbanas** – Numa ilha do Caribe, por exemplo, consultores estrangeiros desenvolveram propostas para um serviço de gestão de resíduos sólidos que só se podiam aplicar em áreas com ruas com largura superior a 4 m e inclinações menores que 25 por cento, razão pela qual todas as áreas urbanas cujas ruas não correspondiam a esses critérios foram excluídas na recepção de um serviço, o que representou uma parte significativa da ilha. Os padrões dos veículos baseados nos requisitos de áreas de média e alta renda raramente são adequados para áreas de baixa renda.
- b) **Custos de manutenção** – Um país latino-americano introduziu veículos de recolha de resíduos sólidos importados que utilizavam um sistema de ejeção hidráulica para descarga. O cilindro hidráulico que operava o sistema custou 4.000 USD e tinha que ser substituído a cada 10 meses devido ao teor de cinza e areia muito abrasivas nos resíduos e à falta de vedantes raspadores apropriados nos cilindros. Este pequeno componente, por si só, exige o equivalente a 80 USD por veículo por semana e um fornecedor fiável de peças sobressalentes para manter a frota de veículos em condições operacionais.
- c) **Cultura e recipientes** – Foi introduzido, numa ilha do Pacífico, um sistema sofisticado de recolha de resíduos sólidos usando contentores de plástico especiais e veículos projectados para lidar com esses contentores mecanicamente. Os consultores que introduziram o sistema não tinham considerado que, naquele país, um contentor de plástico era um artigo demasiado valioso para ser usado na deposição de resíduos. Em vez disso, os residentes usaram-no para preparar cerveja, lavar a roupa, dar banho a crianças, etc. Os caixotes de lixo não são, portanto, usados para o fim pretendido, e os veículos de recolha de resíduos ficaram inactivos, uma vez que não estavam projectados para carregamento manual dos resíduos de tambores de óleo de 200 litros - o tipo de recipiente para resíduos que era amplamente utilizado em todo o país. Num outro caso, um grande número de contentores de plástico, de rodas, foi roubado e, inclusivamente, cortado em pedaços para reciclagem.

equipamento e os recursos alocados para esse fim são, em geral, muito inadequados nos países em desenvolvimento. O uso de equipamento cuja manutenção depende de peças sobressalentes importadas conduz naturalmente a altas despesas de manutenção e longos períodos “fora-de-serviço” (ou tempo de imobilização). Uma manutenção inadequada é muitas vezes identificada como a principal causa de mau desempenho na recolha de resíduos sólidos, e a maioria dos problemas de manutenção é resultado de inapropriada selecção e inapropriado uso de equipamento.

- Um sistema pode ser considerado inapropriado se o equilíbrio entre a mecanização (custos de capital) e a afectação de mão-de-obra não for adequado às condições locais, levando a ineficientes ou dispendiosos serviços de recolha de resíduos. Por exemplo, em muitos países, os resíduos recolhidos em veículos simples de recolha primária, como carrinhos de mão, são muitas vezes despejados no solo, para depois serem colhidos usando um ancinho e uma cesta para carregar nos camiões que farão a etapa seguinte

do processo de transporte. Daqui resulta desperdício de mão-de-obra e um excessivo tempo de espera do veículo, além de os trabalhadores e o público ficarem expostos a riscos de saúde. Em países de rendimento médio, muitas vezes é necessária uma análise muito minuciosa para determinar o nível óptimo de mecanização. No entanto, nos países em desenvolvimento de baixa renda, os custos dos veículos e dos combustíveis são elevados, enquanto a mão-de-obra é barata. Nestes casos, os métodos de mão-de-obra intensiva otimizarão, sem dúvida, a eficiência de custos gerais do sistema e a produtividade do veículo, desde que os veículos não fiquem demasiado tempo à espera enquanto estão a ser carregados.

- A falta de apreciação dos factores socioeconómicos e culturais que determinam as respostas comportamentais do público levou as autoridades a introduzirem sistemas que se revelaram inapropriados e ineficazes, o que é particularmente importante no que respeita à selecção e uso de contentores de armazenamento (Caixa 2.6 (c)).

A eficiência fica prejudicada quando um veículo continua a ser usado para além da sua vida económica, quando os custos de manutenção e o tempo de inactividade se tornam tão elevados que passa a ser rentável substituir o antigo veículo por um novo. Dez anos é o que frequentemente se considera como período máximo durante o qual os veículos de recolha de resíduos devem ser usados, mas os registos de despesas podem ser usados para calcular com mais precisão quando é mais económico substituir ao invés de fazer reparações. Infelizmente, muitas vezes acontece os veículos serem substituídos apenas quando o financiamento externo ou as transferências do governo central estão disponíveis, razão pela qual os gestores locais muitas vezes não conseguem decidir quando um veículo deve ser retirado e substituído. Um estudo¹³ do UNCHS (Habitat) de práticas de descarte de resíduos em Peshawar, no Paquistão, revelou que 85% da frota do conselho municipal local era constituída por veículos com mais de 10 anos de idade; alguns veículos chegavam a ter 28 anos. O uso continuado de veículos para além da sua vida económica reduz a eficiência geral do sistema e o desempenho financeiro.

2.3.6 Iniquidade na provisão de serviços

As populações urbanas mais pobres têm sido frequentemente excluídas dos benefícios dos serviços de recolha de resíduos sólidos. Mesmo quando é fornecido um serviço em áreas pobres, o nível do serviço é geralmente muito inferior ao fornecido para áreas de média e alta renda. Por exemplo,

¹³. [UNCHS, 1988].

uma investigação revelou que, numa cidade africana, apenas dez por cento dos resíduos gerados em bairros pobres eram recolhidos, em comparação com 80% nas áreas residenciais de maior rendimento. De igual modo, verificou-se que um grande assentamento de ocupantes ilegais, alojando cerca de 20% da população total de uma cidade, teve apenas cinco por cento dos seus resíduos recolhidos pelo município, enquanto a média de toda a cidade foi de 33%. É, todavia, evidente que é em comunidades de baixa renda, onde a densidade populacional é alta e a consciência dos perigos da deposição descontrolada de resíduos é baixa, que mais se necessita do serviço. Os pobres estão geralmente dispostos a pagar por um serviço de recolha de resíduos por ser muito difícil poderem livrar-se dos seus resíduos sólidos de outro modo.

Há várias razões para os deficientes níveis de serviço geralmente observados em comunidades de baixa renda. A maioria dessas comunidades não paga impostos municipais. Os veículos de recolha de resíduos padronizados são demasiado grandes para entrar nas áreas não planeadas onde essas comunidades vivem. As equipas de recolha de resíduos também podem estar relutantes em visitar áreas de baixa renda porque os seus resíduos são menos valiosos para reciclagem e porque os residentes nessas áreas não dão gorjetas nem oferecem refrescos ou presentes em momentos de festividades. Como a maioria dos que precisam de ser providos de serviços de gestão de resíduos sólidos em países em desenvolvimento realmente vivem em comunidades de baixa renda, é necessário superarem-se esses constrangimentos e desenvolverem-se sistemas de recolha e equipamentos que possam ser usados efectivamente nessas áreas.

- a) O sistema pode operar de forma sustentável com os recursos financeiros disponíveis.
- b) Desenvolvimento e uso, na medida do possível, de equipamentos de génese local/nacional relevantes e eficientes que requeiram o menor gasto por tonelada recolhida. Se o custo de recolha de cada tonelada (incorporando custos de capital e de funcionamento, incluindo despesas gerais) for reduzido ao mínimo, pode-se dizer que os objectivos específicos de alta produtividade da mão-de-obra e das máquinas também foram alcançados. A produtividade é uma medida de desempenho útil que permite comparação com desempenhos em outros lugares. (Esta comparação também é conhecida como análise comparativa – *benchmarking*). Uma alta produtividade requer a optimização dos requisitos de mão-de-obra e equipamento e a minimização do tempo de ida e volta e do tempo de imobilização do veículo. Mesmo a fiabilidade e o tempo de imobilização do veículo podem ser incluídos no custo de recolha de uma tonelada (ver cálculos no Anexo A3).
- c) O serviço de recolha beneficia da cooperação e da aprovação dos cidadãos.

Fornecer um serviço que corresponda, na medida do possível, às expectativas dos cidadãos e que, ainda assim, possa ser acessível, é a preocupação deste livro.

2.4 OBJECTIVOS DE UMA RECOLHA DE RESÍDUOS MELHORADA

A solução para muitos dos problemas de gestão de resíduos sólidos é a cuidadosa selecção e operação de equipamentos de recolha de resíduos sólidos que sejam eficientes e que respondam às condições físicas e socioeconómicas dos vários bairros em que o serviço é fornecido. Os objectivos de melhoria da recolha de resíduos sólidos poderiam, portanto, ser definidos como sendo os seguintes:

Resumo

- As diferenças internacionais – sociais, económicas e geográficas – têm uma grande influência nos desafios colocados pelos resíduos sólidos e nas melhores formas de os enfrentar.
- São necessárias estratégias para fornecer serviços fiáveis de recolha de resíduos sólidos face ao rápido crescimento urbano e às dificuldades em servir áreas urbanas não planeadas.
- Resíduos sólidos com manuseamento deficiente em áreas urbanas causam sérios problemas ambientais.
- É necessário um esforço especial para alargar serviços adequados aos cidadãos em áreas de baixa renda.

Este livro debruça-se principalmente sobre a recolha de resíduos sólidos, tratando apenas brevemente a reciclagem e a deposição final. Alguns aspectos das características dos resíduos sólidos urbanos não são relevantes para a recolha. Outros livros sobre a gestão de resíduos sólidos cobrem todos os aspectos das características dos resíduos, incluindo a análise da sua composição necessária para avaliar as diferentes opções de reciclagem e tratamento e os métodos de cálculo da sua adequação para compostagem, incineração e outros processos. Não são dadas neste capítulo orientações sobre a realização de estudos relativos à composição porque esses estudos não são considerados relevantes para a especificação de equipamentos de armazenamento e recolha.

Para seleccionar os melhores sistemas e veículos de recolha, é essencial que se conheçam as quantidades e densidades dos resíduos das diferentes partes da cidade a que se destinam e que se verifique se há quantidades significativas de materiais abrasivos (areia, argila e cinzas) e materiais corrosivos (resíduos biodegradáveis que se decompõem para formar ácidos) nos resíduos que afectarão a vida e a depreciação dos veículos e contentores que são utilizados para armazenar os resíduos.

3.1 FONTES DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

- **Resíduos domésticos** – Nos países em desenvolvimento, cerca de dois terços desta categoria consiste em resíduos orgânicos de cozinha. O restante é composto por varreduras, trapos, papel e papelão, uma pequena mas crescente percentagem de plástico e pequenas proporções de vidro, borracha, couro, ossos e metais. Em bairros pobres, a preparação tradicional de alimentos também pode produzir cinzas, e, onde as instalações de saneamento são limitadas, os resíduos também podem incluir matéria fecal. Em países ricos, compreendem móveis descartados, aparelhos usados e resíduos de jardins.
- **Resíduos comerciais** – Nos países em desenvolvimento, os mercados são uma importante fonte de resíduos comerciais, grande parte dos quais biodegradáveis. Outras fontes são lojas, escritórios, restaurantes, armazéns e hotéis. Embora alguns grandes escritórios ou hotéis providenciem uma recolha privada dos seus resíduos, a maior parte dos resíduos comerciais continua a ser manuseada pelas autoridades municipais. As lojas muitas

vezes descartam um grande número de caixas de papelão, que rapidamente enchem contentores comunitários de resíduos, a menos que sejam espalmadas ou levadas para reciclagem.

- **Resíduos institucionais** – Os resíduos sólidos das escolas, instituições estatais, hospitais e edifícios religiosos inserem-se nesta categoria. O papel é o resíduo predominante da maioria das fontes institucionais, excepto nas que contêm residências, como quartéis e casas de enfermagem, onde a percentagem de resíduos alimentares é significativa. Os resíduos de hospitais e outros estabelecimentos de saúde devem ser segregados em duas categorias principais – perigosos e gerais. Somente os resíduos não perigosos (gerais) são da responsabilidade das autoridades municipais. A recolha de resíduos de instalações institucionais geralmente implica o uso de um método de recolha diferente do usado para habitações devido às grandes quantidades que são geradas.
- **Varreduras de rua** – As varreduras de rua comportam areia, pedras, cargas derramadas e detritos de acidentes de trânsito, bem como lixo constituído por papel e plástico descartado por pedestres e proveniente de veículos ou soprado pelo vento. Também podem incluir quantidades consideráveis de resíduos domésticos e matéria fecal humana e animal.
- **Resíduos em redes de drenagem** – Em algumas cidades, a limpeza de sumidouros para águas pluviais e passagens hidráulicas está ligada à varredura de rua. O limo dos drenos pode ser difícil de retirar, está normalmente molhado e é muito denso. A limpeza de passagens hidráulicas requer ferramentas especiais. As cidades podem organizar campanhas de limpeza de drenos imediatamente antes do momento em que se espera que tenha início a estação chuvosa.
- **Resíduos volumosos** – Incluem itens que são demasiado grandes para serem recolhidos pelo sistema normal de recolha de resíduos urbanos, e não são gerados regularmente. São exemplos móveis antigos e não desejados, colchões e electrodomésticos, e, por vezes, carcaças de animais grandes. Em muitos países de baixo rendimento, móveis e aparelhos antigos são vendidos para reparação ou reciclagem em vez de serem descartados como resíduos. Os refrigeradores e ares condicionados descartados contêm fluidos (CFCs) que danificam a camada protectora de ozono na atmosfera. Por isso, esses líquidos devem

ser removidos dos aparelhos descartados pela entidade de gestão de resíduos, usando equipamentos especiais, antes da deposição final.

- **Folhagem** – Os resíduos de jardinagem e poda têm frequentemente uma densidade aparente muito baixa (a menos que sejam triturados), podendo, dessa forma, ocupar grandes volumes em contentores de armazenamento e veículos de recolha. Em muitos climas, são geradas sazonalmente ou após fortes tempestades grandes quantidades desses resíduos.
- **Sucata de veículos indesejados** – Em países de baixo rendimento, os veículos a motor descartados são, de um modo geral, reciclados o mais possível, razão pela qual não constituem um problema de gestão de resíduos. No entanto, em alguns países de rendimento médio, pode haver quantidades significativas de sucata de veículos abandonada em locais públicos. A polícia normalmente avisa o proprietário de um carro que pareça estar abandonado antes de este ser removido.
- **Resíduos domésticos perigosos** – Em muitos países, ainda não estão a ser preparadas cláusulas relativas à recolha separada de resíduos domésticos perigosos. São resíduos domésticos perigosos os de produtos químicos tóxicos, tais como tintas, solventes e alguns produtos de limpeza, baterias (pilhas secas e baterias chumbo-ácido de veículos), medicamentos não desejados, seringas hipodérmicas usadas, lâmpadas fluorescentes e equipamentos electrónicos descartados. Antes que estes resíduos possam ser recolhidos separadamente, é necessário que haja legislação exigindo este serviço, um meio de descarte de resíduos que cause menos danos ambientais que o sistema em uso (que, de um modo geral, é o despejo juntamente com os resíduos urbanos gerais) e uma grande campanha de consciencialização pública para convencer os cidadãos da necessidade de segregarem esses resíduos, bem como de estarem cientes dos mecanismos para sua recolha.
- **Papel impresso especial** – Devido à sua natureza confidencial ou religiosa, quantidades de papel impresso muito pequenas podem precisar de mecanismos especiais de recolha e descarte. Os resíduos confidenciais podem incluir registos bancários e médicos, bem como outros documentos que devam ser destruídos e não reciclados. Em alguns países islâmicos, pode haver procura por um serviço de recolha especial para papel em que estejam impressas palavras do Corão.
- **Resíduos de construções** – As actividades de construção e demolição geram diversos materiais de construção residuais, bem como terra e rocha provenientes de escavação, que podem contribuir significativamente para as quantidades totais de resíduos. Na ausência de regu-

lamentos locais adequados, assume-se que o município é responsável pela remoção e eliminação desses resíduos provenientes de reparações e modificações de pequenas casas. Os resíduos de projectos de maior dimensão devem ser da responsabilidade do construtor. Os resíduos de construção diferem consideravelmente dos resíduos domésticos, e, para os recolher, são usados veículos e equipamento pesado alternativo. Algumas autoridades locais prestarão um serviço para esses resíduos a uma taxa diferenciada por camião (carga).

- **Resíduos industriais** – Os resíduos industriais de indústrias transformadoras e não transformadoras e serviços públicos são gerados em quantidades e com características directamente relacionadas com o tamanho e número de indústrias e sua natureza. Materiais de embalagem; resíduos alimentares; sucata, plástico e têxteis; resíduos de queima de combustível e produtos químicos usados estão entre os resíduos desta categoria. As indústrias de pequena escala e artesanais tendem a despejar os seus resíduos não recicláveis nos contentores para resíduos urbanos gerais, enquanto as grandes indústrias costumam contratar a recolha e deposição a privados. Alguns municípios oferecem às indústrias um serviço especial com pagamento de taxas. Uma pequena parte dos resíduos industriais pode ser classificada de perigosa, devendo, por isso, estar sujeita a procedimentos especiais de transporte, tratamento e deposição final, mas a falta de legislação específica ou a má execução dos requisitos legais geralmente permitem que os resíduos perigosos sejam manipulados e descartados da mesma forma que os resíduos industriais não perigosos.
- **Visão geral** – Das classificações de resíduos urbanos atrás apresentadas, é evidente que diferentes categorias de resíduos podem exigir diferentes equipamentos de manuseamento, recolha e deposição final. Em termos de percentagens, os resíduos domésticos representam geralmente até 75 por cento de todos os resíduos sólidos urbanos. (Estes números excluem resíduos de construção e demolição, que variam muito em quantidade, dependendo do volume de trabalho de construção que está a ser realizado). Este livro dá ênfase às quatro categorias de resíduos que compõem as maiores percentagens, a saber, resíduos domésticos, comerciais, institucionais e de rua, que, em conjunto, são denominados resíduos sólidos urbanos. Pequenas quantidades de resíduos de construção e demolição são de um modo geral geradas por remodelação ou pequenas alterações nas casas, e são frequentemente misturados com resíduos domésticos, por vezes causando problemas significativos dada a sua muito maior densidade comparativamente à dos resíduos

domésticos. No outro extremo, os resíduos da poda de árvores têm geralmente uma densidade aparente muito baixa e ocupam grandes volumes. No entanto, a maioria dos princípios básicos discutidos no relatório aplicam-se a todos os tipos de resíduos que têm de ser recolhidos. Embora os resíduos sólidos urbanos possam constituir a maior parte dos resíduos que precisam de ser recolhidos, os outros tipos citados devem merecer também atenção, para se assegurar que haja formas adequadas de também os recolher.

3.2 OBTENÇÃO DE DADOS SOBRE OS RESÍDUOS

3.2.1 Capitação ou taxa de geração

A capitação é a quantidade de resíduos gerados por uma pessoa, um agregado familiar (ou uma unidade apropriada¹⁴ para outros tipos de gerador) num dia. Geralmente é expressa em termos de peso. A taxa de geração per capita, quando multiplicada pela população atendida, dá uma indicação da quantidade total de resíduos a serem recolhidos e encaminhados para deposição final. Infelizmente, são muitas as razões pelas quais os dados disponíveis sobre taxas de geração não são fiáveis. Indicam-se aqui algumas razões pelas quais os valores da capitação citados são muitas vezes enganadores; conhecer os motivos dos erros em tais dados é o primeiro passo para a obtenção de valores úteis e a compreensão do grau de confiança que pode ser neles depositado. São também feitas algumas recomendações sobre a recolha de dados de geração de resíduos.

14. "Unidades apropriadas" podem ser camas de hotéis e hospitais (nesse caso, as taxas de geração seriam expressas em kg/cama.dia) ou unidades de output ou toneladas de material processado, no caso da indústria.

Caixa 3.1

Exemplo

Incerteza sobre a quantidade total de resíduos

Numa determinada cidade africana, num momento em que o sistema de gestão de resíduos sólidos do conselho municipal estava quase inoperante, um estudo de consultoria estimou que a cidade estava a gerar 1.400 toneladas de resíduos por dia. No entanto, à medida que o sistema de recolha foi sendo melhorado, verificou-se que, quando a capacidade de recolha atingiu 400 toneladas por dia, havia muito pouco lixo na cidade - além de algumas áreas periféricas onde os resíduos eram enterrados no local. Esta constatação indica que os estudos com base em inquéritos a agregados familiares podem sobrestimar a quantidade de resíduos que precisam de ser recolhidos. As diferenças podem dever-se a eliminação no local, reciclagem, resíduos para alimentação de animais ou imprecisões na metodologia do inquérito aos agregados familiares.

Geralmente, não é possível obter-se informação fiável sobre as quantidades e densidades dos resíduos em nenhuma situação sem se fazerem medições de campo. Os trabalhadores da autoridade local raramente estão capazes de fornecer informação fiável sobre a quantidade de resíduos gerados em qualquer área específica, a menos que a autoridade tenha uma báscula no local de deposição. Há duas razões para isso:

Há uma tendência de sobrestimar a quantidade de resíduos gerados e recolhidos. Muitas vezes, os funcionários locais envolvidos utilizam a capacidade de carga nominal de um camião (em toneladas) e multiplicam-na pelo número de cargas recolhidas pelo camião em vez de usarem a capacidade volumétrica do camião. Isso pode ser facilmente ilustrado por um exemplo. Um camião basculante típico de 7 toneladas com uma capacidade de 6m³, recolhendo resíduos cuja densidade seja, em média, de 350 kg/m³, pode transportar apenas 2,1 toneladas de resíduos por viagem - não 7 toneladas - porque a carga nesses casos é limitada pelo volume da carroçaria do camião, não pelo peso máximo que o camião pode transportar.

Os motoristas de camião tendem a reportar o número máximo de cargas recolhidas num bom dia e não o número médio durante um período de várias semanas. Podem, portanto, reivindicar recolher três cargas por dia, quando na verdade a média é de apenas duas, devido a lentos tempos de carregamento e outros atrasos.

Levando em conta apenas os dois factores acima e usando os exemplos dados, é possível ver-se que a quantidade de resíduos recolhida por um camião pode ser indicada como sendo $7 \times 3 = 21$ toneladas por dia com base na capacidade nominal do camião e no número máximo de cargas, enquanto o valor real recolhido é de apenas $2,1 \times 2 = 4,2$ toneladas /dia, o que mostra que a quantidade pode ser sobrestimada em 500%.

Este exemplo simples e a experiência registada na Caixa 3.1 mostram por que razão é essencial que, para qualquer estudo, só se usem dados confirmados, a menos que esteja em uso uma báscula e que os dados estejam a ser gravados regularmente. Como regra geral, não é correcto aceitarem-se dados que tenham um impacto significativo nas escolhas a serem feitas, a não ser que se consiga saber com algum detalhe como é que os dados foram recolhidos, e que se assegure que o método de recolha foi satisfatório e que os resultados são relevantes.

As estimativas das taxas de geração de resíduos variam de acordo com o local onde os resíduos são medidos ou pesados. Por exemplo, estudos na África Oriental indicaram que a quantidade de resíduos (volume ou peso) que estava disponível para recolha era menor do que a gerada pelas habitações por vários motivos, incluindo:

- Uso de parte dos resíduos alimentares para animais;

- Evaporação da humidade durante o armazenamento;
- Queima de resíduos como combustível e para os eliminar;
- Decomposição de resíduos orgânicos;
- Venda de materiais reutilizáveis e itens para compradores de resíduos itinerantes;
- Procura de resíduos (catação) nos recipientes comunitários;
- Actividade de animais (esgaravamento) nos recipientes;
- Espalhamento de resíduos por animais e catadores;
- Arrastamento de resíduos pelo vento.

As medidas das taxas de geração nas habitações podem, portanto, sobrestimar as quantidades que requerem recolha e descarte, como indica a Caixa 3.1. É comum citarem-se estimativas da eficiência de recolha – a percentagem de resíduos gerados que são recolhidos – como indicação do sucesso do serviço de recolha de resíduos. Se a quantidade total de resíduos a recolher for sobrestimada, a estimativa da eficiência de recolha com base nessa estimativa será muito baixa.

a) Estimativa das taxas de geração por bairro –

Um método comum de estimar as taxas de geração é pesar os resíduos que são gerados por uma amostra de casas e lojas de uma cidade ou distrito. Exige a recolha de resíduos de fontes seleccionadas, mantendo um registo do número de habitações ou lojas que os estão a fornecer, conhecendo o número de dias decorridos desde a recolha anterior e ponderando a quantidade total de resíduos recolhidos. Se for necessária uma taxa de geração per capita, o número de pessoas que vivem em cada habitação contribuinte também deve ser determinado. Ao fazer isso, devem ser tidos em mente os seguintes pontos:

- Devem ser distinguidos diferentes grupos de geradores. Os residentes de diferentes grupos socioeconómicos geram resíduos a diferentes taxas, e lojas, escritórios, instituições e pequenas fábricas podem gerar quantidades significativas de resíduos. Devem ser conhecidas as percentagens relativas de cada grupo para a área urbana específica.
- Os resíduos podem ser recolhidos de habitações e empresas sem informar os residentes, ou de alguma forma que exija a sua cooperação. Um exemplo da última abordagem é a distribuição de sacos plásticos, sendo os residentes e funcionários convidados a colocar neles os resíduos todos os dias. Alguns residentes podem colocar resíduos extra nos sacos (se este “serviço de recolha” for mais cómodo do que o serviço habitual, para limparem quintais e capoeiras e se livrarem de vegetação não desejada), enquanto outros podem colocar menos resíduos nos sacos do que o habitual (porque ficam preocupados pensando que os seus resíduos serão examinados ou que grandes quantidades de resíduos levarão a uma tributação

extra). Ambos os comportamentos podem distorcer seriamente os resultados finais.

- A geração de resíduos varia com o dia da semana e com a estação, por isso, um estudo rigoroso deve levar esse facto em consideração.
- As amostras devem ser cuidadosamente seleccionadas para serem representativas.
- Estudos que visam estimar a geração de resíduos podem consumir muito tempo e exigem o pagamento de consideráveis honorários pelo tempo de consultoria. A concepção desses estudos deve ser atentamente considerada no que diz respeito à necessidade dos dados e à fiabilidade que se exige das cifras finais.

b) Medição no local de deposição final – Os pesos dos resíduos que chegam ao local de deposição final podem ser usados para calcular as taxas de geração se for conhecido o número de pessoas que geram os resíduos.

Não estando disponível uma báscula no local de deposição final, pode haver a possibilidade de se usar uma báscula pública ou pertencente a uma empresa local (por exemplo, uma fábrica de betão ou asfalto) ou outra organização para pesar cargas aleatórias de amostra ou para programas de pesagem periódica. Se não houver nenhuma báscula disponível, muitas vezes é possível pedirem-se de empréstimo balanças portáteis pesa-eixo a uma universidade, outra organização de pesquisa ou estação de testes rodoviários. Estas balanças munidas de rodas são facilmente movíveis e podem ser transportadas no porta-bagagens de um automóvel ligeiro comum. Não são muito caras e podem ser compradas como parte dos instrumentos e equipamento fornecidos para projectos de estudo de gestão de resíduos. Normalmente, as cargas máximas do eixo traseiro de um camião de eixo traseiro único (4x2) são de 12.000 kg e, portanto, seriam suficientes duas balanças, tendo cada uma 8.000 kg de capacidade, para pesar um eixo de cada vez. Quatro balanças permitiriam que os eixos dianteiro e traseiro fossem pesados ao mesmo tempo. Se forem utilizados camiões de eixo traseiro duplo (6x4), serão necessárias quatro balanças, uma vez que devem ser pesados os dois eixos traseiros.

Uma vez obtida essa informação, a maneira mais eficaz de estimar o número de pessoas que contribuem com os resíduos pode ser perguntar a todas as pessoas interessadas qual a percentagem do total de resíduos gerados que pensam estar a ser recolhida. Alternativamente, talvez se possa estimar a percentagem de população urbana que recebe um serviço de recolha de resíduos somando as populações das áreas e bairros que são atendidas e recorrendo às rotas de recolha dos veículos. Uma volta pela

cidade andando de rua em rua pode ajudar a confirmar essas estimativas.

Em geral, ao propor a introdução de novos veículos de recolha e sistemas de armazenamento, recomenda-se que o novo equipamento seja faseado ao longo de alguns anos para garantir que futuramente os veículos não se tornem todos obsoletos ao mesmo tempo. Pode então recomendar-se que o número de veículos e contentores necessários seja revisto anualmente em sintonia com os novos dados que forem ficando disponíveis. Esta abordagem progressiva e flexível não depende tanto da obtenção de dados iniciais precisos sobre a geração de resíduos, uma vez que os números e as localizações relativos aos contentores, bem como o número de camiões, podem ser ajustados de acordo com dados mais precisos à medida que se forem tornando disponíveis na monitoria das operações. Infelizmente, esta abordagem flexível e por etapas muitas vezes não é possível no âmbito dos projectos de doadores ou bancos de desenvolvimento.

3.2.2 Densidade dos resíduos

Para a maior parte dos fins relacionados com a recolha de resíduos, é necessário conhecer-se o volume dos resíduos em vez do seu peso. Ainda mais importante talvez seja a densidade¹⁵, que permite a conversão de pesos em volumes e vice-versa. Conforme discutido acima, geralmente é possível encontrar-se uma forma de pesar veículos, mesmo que não haja uma balança no local de deposição final. Ao estimar o volume de cargas seleccionadas aleatoriamente (medindo as dimensões da carroçaria que transporta os resíduos e avaliando em que medida está preenchida) e pesando o veículo carregado e descarregado, podem estimar-se razoavelmente as densidades dos resíduos. Se não estiver disponível nenhuma balança, pode haver a possibilidade de se medir a densidade dos resíduos nos contentores ou quando vertidos numa caixa maior, pesando o contentor ou a caixa cheios e vazios e fazendo uma correcção para variações de densidade

15. Densidade é o peso por unidade de volume (normalmente um metro cúbico) do material, e exprime-se normalmente em kg/m³.

Caixa 3.2

Exemplo

Densidade de resíduos - De onde provêm os dados?

Alguns anos atrás, o autor foi convidado por uma das principais agências de crédito a nível mundial a realizar uma missão de revisão para um projecto de gestão de resíduos sólidos num país do Médio Oriente onde consultores americanos e europeus tinham acordado realizar um estudo sobre a recolha de resíduos sólidos da capital. O estudo estava a ser preparado para um grande empréstimo à cidade destinado à gestão de resíduos.

Os consultores propuseram um sistema usando camiões compactadores de carregamento traseiro com elevadores operados hidráulicamente para recolher contentores de rodas, aos quais os cidadãos levariam os seus próprios resíduos domésticos e comerciais. Os contentores ficariam localizados nas muitas áreas de acumulação de resíduos por toda a cidade. Uma vista de olhos pela cidade mostrou que:

- As densidades dos resíduos urbanos na cidade eram extremamente elevadas devido à quantidade de areia que provinha das áreas desérticas. Com base nessas observações, o revisor estimou que a densidade média dos resíduos era de aproximadamente 600 kg/m³, com cargas ocasionais de até 800 kg/m³.
- As áreas de acumulação de resíduos onde foi proposto localizar os contentores consistiam em superfícies de areia macia com alguns resíduos de construção.
- Os camiões e os contentores propostos foram projectados para serem usados em cidades europeias onde as estradas tinham superfícies lisas e duras e a densidade dos resíduos era baixa. As pequenas rodas que suportavam os contentores não se destinavam a ser usadas em areia macia.

Era imediatamente evidente que os camiões escolhidos estariam extremamente sobrecarregados, os mecanismos de compactação se desgastariam muito rapidamente devido ao elevado teor

de areia abrasiva, os mecanismos de elevação nos camiões não poderiam levantar alguns dos contentores mais pesados e seria impossível fazer os contentores rodarem sobre areia macia e entulho. Por outras palavras, o sistema simplesmente não poderia funcionar nas condições do local.

Ao questionarem-se os consultores, constatou-se que tinham baseado os seus cálculos numa densidade dos resíduos de cerca de 250 kg/m³, enquanto o revisor estimava uma densidade superior ao dobro desta. Por essa razão, foi feita uma investigação para identificar a fonte dos dados, tendo-se constatado o seguinte:

- Os consultores tinham tirado os seus dados de um estudo anterior que tinha sido realizado alguns anos antes por um consultor europeu.
- O estudo anterior tinha tirado os seus dados de um outro estudo que tinha sido realizado talvez quinze anos antes por um outro consultor europeu.
- Esse estudo mais antigo tinha usado dados de estudos de um estudante sobre densidades de resíduos sólidos domésticos para a sua tese de mestrado cerca de vinte anos antes, num país vizinho, que nem sequer especifica em que etapa do processo de recolha as densidades dos resíduos tinham sido medidas.

Em resumo: Os dados usados para o referido estudo eram baseados numa recolha de dados de um país e uma cidade diferentes, não especificavam se tinham sido medidos em casas, em contentores comunitários ou em camiões, e já estavam 20 anos ultrapassados. O sistema proposto teria envolvido um maior investimento em camiões e contentores e simplesmente não podia ter funcionado na cidade em causa. Estas constatações do revisor não foram bem acolhidas pela agência credora, pelos consultores ou pelos que iam fornecer os camiões, e o revisor não foi bem aceite quando insistiu que os consultores deveriam obter dados fiáveis e relevantes sobre as densidades e voltar a conceber o sistema.

de acordo com o nomograma da Figura 7.3 no ponto 7.1.2. Com alguma prática e muita experiência, um consultor de gestão de resíduos deve então poder estimar quantidades de resíduos com razoável precisão registrando o número e o volume das cargas que chegam ao local de deposição final. Em muitos casos, os dados obtidos desta forma podem ser muito mais precisos do que a informação dada pelas autoridades locais. A Caixa 3.2 relata uma experiência relacionada com a densidade dos resíduos que mostra até que ponto alguns especialistas podem ser negligentes.

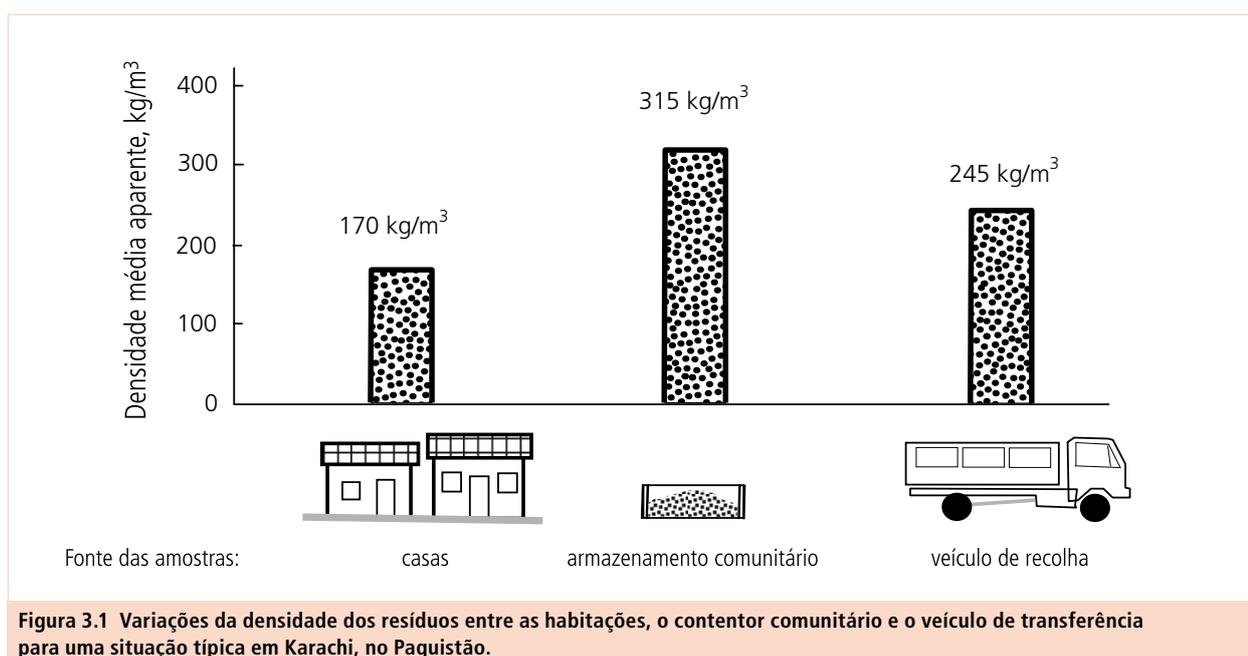
Também se deve reconhecer que a densidade dos resíduos varia consideravelmente durante o manuseamento, tendo valores diferentes no contentor inicial, na carroçaria do camião após o carregamento, e novamente na carroçaria do camião após a transferência ou depois de os resíduos terem sido agitados durante a deslocação para o local de deposição final. Os resíduos em recipientes vão-se compactando ao longo dos dias como resultado do seu próprio peso, do amolecimento das embalagens de papel pela humidade e da decomposição de resíduos biodegradáveis.

Ao estimar o número e a capacidade dos veículos necessários para a recolha, a densidade que deve ser usada é a densidade dos resíduos após o carregamento do camião. Essa densidade deve ser calculada medindo o volume ocupado pelos resíduos no final da volta de recolha, mas antes do transporte para o local de deposição final ou tratamento, porque o volume será provavelmente reduzido pela vibração causada pela deslocação. A carga pode ser pesada no local de deposição, uma vez que o seu peso não vai mudar durante a viagem para aquele local. As medições do *estudo do trabalho* dos tempos de carregamento e de viagem (Anexo

A1) fornecerão outros dados necessários para o cálculo dos futuros requisitos do veículo. Para estimar a capacidade necessária de contentores comunitários, por exemplo, o peso e o volume de resíduos em contentores devem ser medidos quando o contentor estiver quase cheio, após um intervalo de tempo que se aproxime do intervalo entre recolhas. As capacidades da estação de transferência devem ser estimadas usando a densidade real dos resíduos nos contentores ou veículos de transferência depois de os veículos de recolha terem neles descarregado as suas cargas. (Deve ter-se em conta algum aumento de densidade que ocorrerá devido ao peso próprio dos resíduos em contentores com paredes elevadas). É sempre importante fazer-se uma série de leituras para entender a variação que se pode esperar, e nem sempre é apropriado usarem-se médias - por exemplo, ao determinar o tamanho necessário para pequenos contentores, pode ser apropriado usar-se um valor de densidade próximo da extremidade inferior da gama de valores medidos, e, tratando-se do peso de um recipiente que deva ser levantado manualmente quando cheio, deve usar-se uma densidade próxima do topo da gama medida. Para análises que envolvam grandes volumes de resíduos (como cargas de camião), são adequadas as médias sazonais.

A Figura 3.1 mostra os resultados de uma pesquisa de uma área específica no Paquistão onde se pode ver que a densidade dos resíduos nas habitações era sensivelmente superior a metade (54%) da densidade medida nos contentores comunitários. Isso significa que o volume dos resíduos domésticos nos contentores comunitários deveria ser sensivelmente metade do volume dos resíduos nas habitações.

A Figura 3.1 mostra também que, no estudo do Paquistão,



a densidade dos resíduos nos veículos de recolha diminuiu cerca de 20% durante o carregamento dos resíduos para esses veículos. Deve-se tal facto ao arrastamento de ar durante o processo de carregamento, e o método de carregamento usado terá um considerável efeito sobre a densidade final nos camiões. Se os resíduos forem carregados com pás ou forquilha para os camiões, haverá muito arrastamento de ar. Se, no entanto, os resíduos forem passados em baldes, caixas ou bandejas, haverá menos arrastamento de ar. Essas observações são generalizadas na Figura 7.3 no ponto 7.1.2.

Como resultado destas mudanças constata-se que as pesquisas que medem a densidade dos resíduos nas habitações são de muito pouco valor para a determinação do volume e densidade dos resíduos que depois permita o dimensionamento dos veículos de recolha. Sendo assim, que alternativas existem?

A pesagem regular nas diferentes estações e as estimativas dos volumes das cargas fornecem um número considerável de informações, resultando na obtenção de dados de volume e densidade suficientemente precisos para os diferentes tipos de camiões.

Muitos sistemas de recolha de resíduos usam a compactação hidráulica para aumentar a densidade dos resíduos, a fim de reduzir as necessidades em termos de veículos e armazenamento. A percentagem da redução de volume que é alcançada por um mecanismo específico a funcionar a uma pressão específica depende muito da natureza dos resíduos. Conforme mostra a Figura 2.1, o volume de resíduos urbanos mistos num país industrializado pode ser reduzido para 25% do seu volume inicial (ou seja, um rácio de compactação de 4:1) por um mecanismo de compactação particular, mas a redução alcançada pelo mesmo mecanismo pode ser para apenas 70% (1,4:1) com resíduos mais densos num país em desenvolvimento.

É, portanto, essencial para a selecção de qualquer sistema de armazenamento, recolha e transferência de resíduos usar informação fiável tanto sobre o peso dos resíduos como sobre o volume que ocupam nas diferentes etapas entre o armazenamento e a deposição final.

Nos países industrializados, os resíduos contêm uma quantidade considerável de materiais de embalagens, que ocupam grandes volumes mas são leves. Consequentemente, os resíduos nos países industrializados geralmente têm uma baixa densidade, tipicamente variando entre 100 e 150 kg/m³. Os resíduos em países em desenvolvimento são naturalmente densos, com densidades normalmente variando entre 300 e 600 kg/m³. (Numa situação extrema em Gaza, Palestina, foi medida uma densidade dos resíduos de 1.040 kg/m³ numa carroçaria de camião). As densidades muito mais elevadas nos países em desenvolvimento são frequente-

mente causadas por maior teor de humidade, mais resíduos de frutas e vegetais, maiores percentagens de areia e terra, e menores quantidades de papel e embalagens.

Na versão anterior desta publicação do *UN-HABITAT – Refuse Collection Vehicles for Developing Countries* [Veículos de Recolha de Resíduos para Países em Desenvolvimento] – foi incluído um diagrama (Tabela 3 *Typical Density Range of Municipal Solid Wastes*) listando as densidades dos resíduos de vários países industrializados de médio e baixo rendimento. Esses dados foram recolhidos de diferentes e variadas fontes, mas, na maioria dos casos, não havia nenhuma informação disponível sobre onde e como os dados foram recolhidos. Numa cidade típica, a taxa de geração de resíduos numa área de baixa renda pode ser inferior a metade da taxa média de geração de resíduos da cidade como um todo, e as densidades dos resíduos variam muito entre as áreas de baixa e alta renda. Assim, as densidades dos resíduos são mais elevadas e as taxas diárias de geração de resíduos em kg/capita são menores em áreas de baixo rendimento, resultando numa diferença de até quatro vezes nos volumes de resíduos gerados por uma pessoa nos diferentes bairros da mesma cidade, o que exige diferentes abordagens de armazenamento e recolha. Esses factores foram todos mencionados no texto da publicação inicial, mas, apesar das advertências sobre as diferenças, tornou-se evidente que os valores médios apresentados nesse quadro foram frequentemente utilizados por consultores e autoridades locais como valores fiáveis que se aplicam a toda a cidade, sem qualquer outro estudo ser realizado. Os valores relativos à densidade dos resíduos, em particular, foram tirados de um estudo para uma parte de um país ou cidade e usados para partes muito diferentes do mesmo país ou mesmo para um país adjacente, sem qualquer avaliação da sua relevância ou precisão. Esses números foram utilizados para justificar a escolha do sistema a ser utilizado e justificar grandes investimentos de capital em equipamentos.

Por esta razão, nesta segunda edição foi decidido não incluir exemplos de densidades de resíduos de diferentes países, mas apenas descrever tendências gerais entre países industrializados de média e baixa renda. É essencial que os estudos sejam realizados em cada local ou que sejam utilizadas estimativas baseadas em boa informação antes de ser tomada qualquer decisão relacionada com o armazenamento, a recolha ou a transferência de resíduos, e que apenas esses dados primários sejam utilizados para seleccionar sistemas e equipamentos.

As densidades e quantidades de resíduos podem mudar com o tempo, diferindo de acordo com a localização e os factores socioeconómicos. Mudanças nos tipos de embalagem de alimentos e bebidas e a introdução de um sistema de

depósito de latas de bebidas são dois exemplos de factores que podem causar uma mudança relativamente rápida na densidade dos resíduos. São necessários os seguintes dados básicos sobre os próprios resíduos para que se possam tomar quaisquer decisões relativas à concepção de sistemas de recolha e transferência de resíduos:

- O peso médio dos resíduos produzidos diariamente per capita ou por habitação (capitação/taxa de geração) na área a ser servida e dados populacionais das diferentes partes da área a ser estudada para permitir a estimativa do peso dos resíduos a serem recolhidos cada dia.
- A densidade média dos resíduos após o carregamento para o veículo de recolha. Esta medida, combinada com a taxa de geração, determinará o volume de resíduos a serem recolhidos diariamente e se os camiões compactadores ou veículos não compactadores são apropriados.
- A presença de quantidades significativas de resíduos orgânicos biodegradáveis influenciará a duração máxima do período entre as recolhas (frequência) de modo a que se evitem problemas de insectos, cheiros e corrosão nos contentores e camiões à medida que os resíduos orgânicos se vão decompondo e se vão formando ácidos. É suficiente uma inspecção visual dos resíduos de todos os tipos de fontes.
- O conteúdo de inertes dos resíduos (areia, argila e cinzas) determinará se haverá algum problema com o desgaste abrasivo em veículos com compactação. A presença de cinzas quentes nos resíduos indica que não devem ser utilizados contentores de plástico. Se a informação sobre o uso de combustíveis sólidos e o pavimento interno¹⁶ das casas não estiver disponível, podem ser peneiradas amostras de resíduos para determinar se estão presentes cinzas e areia em quantidades significativas. As varreduras de rua podem conter quantidades significativas de areia fina.
- Se houver quantidades significativas de outros tipos de resíduos na área que está a ser considerada – como resíduos de mercados ou resíduos de escritórios – também são necessárias estimativas de densidades e quantidades desses resíduos.

É necessária uma ampla gama de dados adicionais relacionados com o espaço disponível para armazenamento, sentidos e intensidade de trânsito e distâncias antes que um sistema de recolha possa ser projectado, mas estimativas fiáveis para a quantidade e densidade dos resíduos são um ponto de partida essencial.

Não é necessário realizar-se uma análise detalhada da composição de resíduos sólidos para escolher o melhor sistema de recolha e transporte. No entanto, a instituição nacional para o ambiente em cada país deve ser incentivada a desenvolver uma base de dados das características dos resíduos em todo o país que possa ser usada para seleccionar as melhores opções de reciclagem e tratamento.

16. Conforme discutido em 2.2.1, podem esperar-se areia e terra nos resíduos se os pátios e os quintais e pisos não forem cobertos, pavimentados ou selados de alguma forma.

Resumo

- Existem muitas fontes e tipos de resíduos sólidos, alguns dos quais requerem métodos especiais de recolha.
- Para a concepção de sistemas de recolha de resíduos sólidos, o parâmetro dos resíduos mais importante é a sua densidade. As quantidades diárias de resíduos também devem ser conhecidas com alguma precisão.
- Mesmo sem o uso de máquinas de compactação, a densidade de uma amostra de resíduos sólidos pode variar consideravelmente através das etapas de armazenamento e recolha.
- Os dados facilmente disponíveis geralmente não são fiáveis.

4.1 INTRODUÇÃO

O sistema de recolha deve ser concebido e operado de forma integrada. Quer isto dizer que todos os elos da cadeia de gestão devem ser considerados quando alguma parte do sistema está a ser concebida, de modo que todas as componentes do sistema sejam compatíveis. Por exemplo, o método de carregamento de um camião de recolha deve adequar-se aos contentores que são utilizados para armazenar os resíduos. Outro exemplo: se os resíduos vão ser reciclados, a fase de recolha deve ser concebida de forma a haver o mínimo grau de contaminação do material destinado a reciclagem. Uma vez mais, se se forem depositar os resíduos num aterro sanitário, os camiões que os levam devem ser adequados a condução em aterro sanitário. Devido a esta inter-relação entre as diferentes fases, este capítulo, que analisa os aspectos gerais e genéricos, precede os capítulos que se debruçam mais detalhadamente sobre a selecção e o uso de equipamento para as diferentes etapas individuais. Em primeiro lugar são definidos os objectivos e requisitos gerais, após o que podem ser seleccionadas ou concebidas as diferentes componentes, tomando em consideração a forma como uma etapa é influenciada pela etapa anterior e influenciará as etapas seguintes.

Este capítulo considera primeiro o momento da recolha dos resíduos, depois o ponto de recolha - onde os resíduos são transferidos da custódia (ou responsabilidade) do gerador para o equipamento da entidade responsável pela recolha. Segue-se uma discussão geral sobre os métodos utilizados para carregar e transportar os resíduos para a etapa seguinte, seja ela o tratamento ou a deposição final. Por outras palavras, quando, onde e como.

4.2 MOMENTO DE RECOLHA

4.2.1 Frequência de recolha

A frequência de recolha (em termos de número de vezes numa semana ou num mês que os resíduos são recolhidos) é um parâmetro fundamental de qualquer sistema de recolha de resíduos.

Alguns dos factores que devem influenciar a frequência do serviço (expectativas do público, criação de moscas e decomposição) já foram discutidos no ponto 2.2. Em geral, a frequência de recolha deve ser maior nos países em desenvol-

vimento do que nos países industrializados temperados, e a frequência deve ser aceitável para os residentes, caso contrário os resíduos podem ser despejados na rua.

Os residentes geralmente estão menos preocupados com a frequência de recolha de pontos de armazenamento ou contentores comunitários ou compartilhados, mas, caso se deixe que os resíduos se acumulem na rua em grandes quantidades, as pessoas do local podem pegá-los, ali causando poluição atmosférica nociva e desagradável.

O custo é outro factor que deve ser considerado, uma vez que é mais caro recolher pequenas quantidades de resíduos em mais ocasiões, embora o custo extra possa não ser tão elevado no caso de recolha primária com equipamentos simples onde os níveis salariais são baixos. Uma recolha mais frequente permite o uso de contentores mais pequenos, o que pode ser uma vantagem significativa se os geradores de resíduos forem obrigados a transportar os seus resíduos para um ponto de recolha com uma determinada frequência. A fresquidão dos resíduos biodegradáveis pode ter de ser considerada caso se pretenda usá-los para alimentar animais e reduzir cheiros na zona de entrada de uma instalação de compostagem. Deixar resíduos em contentores de aço por períodos mais longos pode resultar em corrosão mais rápida dos contentores, uma vez que a decomposição inicial de materiais orgânicos produz ácidos que atacam metais.

Um outro ponto relacionado com a frequência é a questão da fiabilidade. É muito desejável que a frequência não varie, para que os moradores e os comerciantes saibam quando se vai fazer a recolha dos resíduos. Podem ser necessários pequenos ajustes na frequência de recolha por causa dos feriados, e é importante que os geradores sejam informados antecipadamente dessas mudanças. Frequentes flutuações nas frequências comprometem a confiança no serviço de recolha de resíduos e na gestão municipal.

4.2.2 Hora do dia

Embora a recolha de resíduos das áreas urbanas seja normalmente realizada durante as horas em que há luz do dia, há muitos casos de recolha do lixo à noite. Em cidades grandes e congestionadas, pelo menos algumas das operações de recolha podem ser realizadas à noite para se evitar o congestionamento de trânsito que bloqueia muitas estradas durante o dia, aumentando consideravelmente o tempo de viagem e reduzindo a produtividade. Os próprios veículos de recolha de resíduos causam congestionamento, especial-

mente quando têm de parar em ruas estreitas. Também pode haver regulamentos que impedem que os camiões usem as ruas da cidade durante o horário comercial, para reduzir o congestionamento.

Em algumas pequenas cidades, os resíduos têm sido recolhidos à noite por razões que não são claras. Entre os motivos que influenciaram a decisão talvez se encontrem os seguintes:

- Nas grandes cidades, os resíduos são recolhidos à noite por causa do congestionamento do trânsito, e, devido à política nacional, as mais pequenas fazem o mesmo.
- Os comerciantes e os residentes estão habituados a colocar os seus resíduos para recolha à noite, após o fecho dos seus negócios e após a última refeição ter sido preparada, e, portanto, os resíduos são recolhidos à noite para que não fique nenhum lixo para a manhã seguinte.
- A recolha à noite pode ser preferida pelas equipas de recolha quando as temperaturas diurnas são muito elevadas e o sol é muito forte.
- A recolha de resíduos é considerada uma ocupação desagradável que não deve ser vista, ou os trabalhadores de resíduos desejam permanecer anónimos.

A recolha à noite apresenta várias desvantagens, incluindo:

- Os veículos de recolha podem ser barulhentos, especialmente camiões compactadores. Os residentes podem opor-se às operações de recolha durante a noite, quando estão a tentar dormir.
- Carregar resíduos e varrer ruas pode ser difícil e até perigoso à noite, em locais onde há iluminação inadequada, e as trabalhadoras podem ser relutantes em trabalhar à noite por medo de assédio.
- A recolha à noite pode exigir a operação de aterros nesse período, o que pode ser difícil se o aterro não tiver uma iluminação adequada. Os gestores do local podem ter de estar disponíveis tanto de dia como de noite. Os riscos de acidentes podem ser maiores durante a noite, especialmente se os catadores estão a seleccionar resíduos recentemente despejados.
- A supervisão pode ser menos eficaz.

4.2.3 Trabalhar em turnos

Muitas entidades responsáveis pela recolha de resíduos realizam a maior parte do trabalho durante o turno da manhã (normalmente das 7:00 da manhã às 2:00 da tarde) e os turnos da tarde e da noite fornecem apenas serviços adicionais às áreas comerciais e finalizam o trabalho que não foi concluído durante o turno da manhã.

Alguns chefes de oficina são relutantes em atribuir aos seus veículos mais de um turno por dia, argumentando que se tem de deixar os veículos descansar ou de se fazer manutenção durante os outros turnos. No entanto, em muitas situações, pode ser mais económico usarem-se veículos caros de uma forma mais intensiva e manterem-se níveis adequados de *disponibilidade*¹⁷, gastando mais na manutenção, tendo um ou mais veículos extras de reserva e esperando uma vida económica mais curta dos veículos que são regularmente usados para dois turnos. É prudente basearem-se as decisões sobre tais assuntos em dados e cálculos operacionais, nos casos em que os chefes de oficina tenham possibilidade de considerar alternativas.

4.2.4 Dias da semana

“Recolha diária” pode significar seis dias por semana (sem trabalho no dia de descanso de fim de semana) ou sete dias por semana. Fornecer um serviço de recolha sete dias por semana requer uma força de trabalho maior para que os funcionários possam ter um dia de folga por semana, e pode causar problemas de supervisão (a menos que sejam nomeados supervisores e encarregados extras ou estes concordem em trabalhar ou estar de plantão sete dias por semana). Mesmo que os serviços de recolha sejam fornecidos sete dias por semana, pode ser necessário providenciar-se capacidade de armazenamento suficiente para resíduos de dois dias se os serviços forem suspensos em feriados nacionais ou festividades religiosas.

Recolha “em dias alternados” geralmente significa três dias entre recolhas durante o fim-de-semana e uma maior carga de resíduos a recolher após o fim-de-semana. Da mesma forma, a recolha duas vezes por semana significa recolha uma vez após três dias e uma vez após quatro dias.

4.3 PONTO DE RECOLHA

O ponto de recolha é o local onde os resíduos passam do controlo do gerador para o controlo da entidade responsável pela recolha. É a interface entre o receptor do serviço e o fornecedor do serviço. O gerador é responsável pela tarefa de levar os resíduos até ao ponto de recolha, e, por isso, preocupa-se com o tempo e o esforço necessários e deve estar disposto a fazer esse trabalho. A entidade responsável pela recolha preocupa-se com os custos da operação de recolha, as dificuldades no acesso e no carregamento dos resíduos e os problemas que ocorrem quando os geradores não con-

¹⁷ A disponibilidade é a percentagem de tempo em que um veículo está pronto para funcionar (isto é, em que não está aguardando manutenção ou reparação).

seguem fazer a sua parte. O custo de recolha a partir de armazenamento comunitário é inferior ao da recolha a partir de cada habitação, desde que não sejam espalhadas pelas ruas quantidades significativas de resíduos e que os contentores não precisem de ser substituídos com frequência. Para os catadores de resíduos pode ser preocupação se podem ter acesso aos resíduos, tanto em termos de localização como de tempo durante o qual poderão trabalhar com os resíduos. Há também uma preocupação geral com aspectos ambientais gerais, incluindo:

- se os resíduos serão espalhados por vento, animais, crianças ou catadores antes de serem recolhidos,
- o cheiro ou a poluição causada pelos resíduos enquanto aguardam a recolha e, neste contexto, a proximidade de casas ou empresas,
- o aspecto do lixo e qualquer obstrução que possa causar ao tráfego ou a pedestres, e
- os insectos e ratos que se podem reproduzir nas instalações de armazenamento ou suas proximidades.

Alguns desses impactos são também afectados pelo tipo de contentores, o que será discutido no próximo capítulo. Factores sociais, particularmente respeitantes ao acesso de estranhos a propriedade privada, também devem ser considerados.

São três os locais onde os resíduos podem ser transferidos para a entidade responsável pela recolha:

- na rua, a uma curta distância da propriedade do gerador
- na rua, no limite da propriedade, e
- dentro da propriedade.

4.3.1 Na rua

a) Contentores comunitários – Esses contentores são conhecidos como contentores públicos ou contentores de rua. Neste sistema, os moradores trazem os seus resíduos para locais predeterminados onde há geralmente algum tipo de meio de armazenamento comunitário, e os veículos de recolha deslocam-se a esses locais em intervalos frequentes, geralmente uma vez por dia ou de dois em dois dias, para remover os resíduos ali acumulados. A principal vantagem deste método de recolha é que reduz consideravelmente o número de pontos a partir dos quais os resíduos devem ser recolhidos. A economia que resulta do número reduzido de pontos de recolha pode ser falsa se os contentores estiverem muito espaçados e a cooperação pública for fraca, resultando em despejo de resíduos no chão para evitar ter que levá-los para os contentores. Se isso acontecer, a tarefa de recolha será transferida para

o serviço de varredura de rua, que é mais caro do que a recolha a partir de contentores.

O espaçamento na localização dos contentores depende de até que ponto uma comunidade está disposta a cooperar no seu uso adequado transportando os seus resíduos para os contentores em vez de os deixar na rua ou em terrenos abertos mais próximos de suas casas ou negócios. Normalmente, os contentores devem ser espaçados de modo que a distância entre dois contentores não exceda 200 metros (alguns estudos feitos na América do Sul mostraram que 160 metros é a distância máxima a que os residentes, muitas vezes crianças, estão dispostos a levar os seus resíduos). Em áreas congestionadas, especialmente, pode ser impossível posicionar contentores a distâncias convenientes. Nas áreas de habitação tradicionais ou informais, onde os contentores comunitários só podem ficar localizados nas principais ruas – em locais onde há espaço suficiente para o próprio contentor e acesso adequado e espaço para o veículo de recolha – a distância de algumas casas remotas para o contentor mais próximo numa rua principal pode ser considerável, mas os moradores podem estar acostumados a levar seus resíduos no caminho para a escola ou quando vão acarretar água. Os residentes locais devem ser envolvidos em decisões que afectem a localização dos pontos de armazenamento.

Este sistema fornece um nível de serviço relativamente baixo a um baixo custo. É apreciado pelos moradores que não desejam armazenar os seus resíduos nas suas habitações porque podem levá-los para o contentor de rua a qualquer momento. A entidade responsável pela recolha pode recolher os resíduos a qualquer hora do dia ou da noite conforme sua conveniência.

Os contentores de rua ou comunitários são considerados inaceitáveis em algumas cidades porque o lixo está sempre presente e visível nas ruas, dando-lhes uma aparência suja. Os residentes e os lojistas podem opor-se a ter um contentor perto das suas instalações devido à percepção de ameaça para a saúde, ao cheiro, à presença de cães, gatos e aves ou a outras razões estéticas. Mas também querem que o contentor fique suficientemente perto para que as crianças possam ir lá levar os resíduos sem atravessar ruas movimentadas ou percorrer um longo caminho.

A queima de resíduos em contentores pode ser um problema sério onde contentores comunitários não forem recolhidos por algum tempo. Os resíduos atraem moscas e começam a decompor-se, causando problemas de cheiro. Nessas situações, há uma tendência de os moradores próximos queimarem o lixo para evitar esses

problemas, mas este procedimento pode provocar um problema ainda mais grave pois a queima de resíduos a baixa temperatura, particularmente se os resíduos contiverem materiais plásticos, liberta gases contendo dioxinas e furanos que são sérios perigos para a saúde. É difícil realçar suficientemente a gravidade que isso pode representar a longo prazo. Deve ser introduzida e aplicada rigorosamente, em todos os países, legislação para evitar a queima. Além disso, a queima danifica os contentores de metal removendo o revestimento protector que evita a corrosão, e os contentores de plástico derretem e ficam totalmente destruídos. Portanto, é essencial que qualquer contentor comunitário seja esvaziado regularmente - a cada dois dias ou, no máximo, a cada três dias - antes que os resíduos comecem a decompôr-se e façam com que os moradores se queixem. Em países mais frios, pode ser aceitável uma recolha semanal.

No Capítulo 5 são discutidos os tipos e modelos de meios de armazenagem apropriados para este sistema de recolha.

b) Sistema de recolha de quarteirões (“recolha por apito” ou “parada-fixa”) – Este método de recolha é usado em muitos países. Nele, um veículo de recolha percorre uma rota predeterminada em intervalos prescritos, geralmente a cada dois ou três dias, e pára em locais seleccionados onde é tocada uma campainha. Alternativamente, o veículo pode tocar música enquanto circula para notificar os moradores da chegada. Ao ouvir o sinal, os moradores trazem os seus resíduos para os camiões e entregam-no à equipa, que esvazia os contentores e os devolve aos moradores. Por vezes, os moradores carregam eles próprios os resíduos no veículo. Nenhum contentor é deixado em locais públicos. A produtividade do veículo e da mão-de-obra deste sistema situa-se entre baixa e média. O momento deve ser tal que haja residentes ou empregados nas propriedades para trazer os seus resíduos, caso contrário os resíduos serão deixados fora, na rua.

4.3.2 Nos limites da propriedade – recolha de berma

Com este sistema, a equipa de recolha recolhe resíduos em caixotes de lixo, sacos e outros recipientes que tenham sido deixados à beira da estrada. Em alguns lugares, os resíduos são deixados em pilha, exigindo muito mais esforço do serviço de recolha. Os residentes e lojistas devem ser previamente informados sobre os dias em que a recolha terá lugar para que possam colocar os seus resíduos a tempo de serem recolhidos. Este sistema requer um serviço de recolha muito regular e bem organizado, de modo que os residentes saibam quando colocar os seus resíduos na rua. Os atrasos

no serviço de recolha resultam em resíduos que ficam na rua por mais tempo, aumentando as probabilidades de serem espalhados. Quando a recolha é irregular, é comum verem-se os contentores colocados permanentemente no exterior, com maior incidência de resíduos espalhados por catadores e animais e maiores riscos de os contentores serem roubados ou danificados.

Há problemas também quando os moradores não conseguem fazer a sua parte. Não é incomum que se queixem de o serviço de recolha ter negligenciado o seu esforço, quando a culpa reside, de facto, neles próprios, por não colocarem os seus resíduos para recolha no momento correcto.

A recolha de berma também pode ser associada a um toque de campainha ou outros sinais para convidar os moradores a colocarem fora os seus contentores de resíduos. O aumento da utilização desta opção poderia reduzir algumas das desvantagens do sistema relacionadas com a dispersão de resíduos por animais que procuram comida, roubo de contentores e acidentes de trânsito causados por contentores com rodas. Certos veículos para resíduos, como carrinhos de mão com rodas de aço e veículos compactadores, sinalizam efectivamente a sua chegada com o ruído que fazem durante o funcionamento normal e, onde esses veículos têm sido usados, tem-se notado melhor eficiência na disposição e recuperação de contentores. Residências onde não esteja ninguém no momento em que chegam os veículos de recolha ainda podem colocar na rua os seus recipientes de resíduos antes de saírem.

A recolha de berma é possivelmente o método mais utilizado nas áreas de alta renda dos países industrializados, tendo substituído a recolha de quintal à medida que os custos de mão-de-obra se foram tornando excessivos. A produtividade do veículo e da força de trabalho deste método de recolha pode ser melhorada usando recipientes padronizados e fornecendo um serviço de recolha menos frequente. Infelizmente, as condições climáticas geralmente determinam que os resíduos nos países em desenvolvimento não devem ser armazenados por períodos superiores a quatro dias. Por isso, se as taxas de geração domiciliar forem baixas, esse método de recolha raramente é económico em áreas de baixa e média renda.

Em alguns países industrializados, os moradores são obrigados a segregar os seus resíduos em duas ou mais categorias e a colocar esses diferentes resíduos para recolha em diferentes horários e/ou em contentores diferentes. Esta abordagem raramente é prática em países em desenvolvimento onde os itens segregados de áreas de alta renda podem ser recolhidos pelos sectores privado ou informal numa base comercial, mas onde não se podem justificar os mais elevados custos de recolha separada em áreas de baixa renda onde há menores

quantidades de materiais recicláveis nos resíduos.

4.3.3 Dentro da propriedade

a) Recolha de quintal – Este sistema exige que os moradores não façam nada além de armazenar os seus resíduos nos seus quintais do lado de fora das suas portas traseiras. A equipa de recolha entra em cada propriedade, retira o contentor, esvazia os resíduos no veículo de recolha e volta a pôr o contentor no seu lugar do lado de fora da porta de trás, sem se esquecer de recolocar a tampa. O não envolvimento do morador no processo de recolha resulta em aumento dos custos de mão-de-obra para entrar em todas as instalações, e frequentes atrasos enquanto se espera a abertura dos portões. Onde os custos de mão-de-obra são elevados, este método¹⁸ pode ser duas vezes mais caro que a recolha de berma. Este método está a tornar-se menos comum nos países industrializados e raramente é praticado nos países em desenvolvimento. Em algumas comunidades, a intrusão na privacidade e na segurança impede que seja considerado como uma possível opção. Além disso, o método de recolha de quintal só pode ser acessível se a recolha for pouco frequente, normalmente uma vez por semana. Os intervalos de recolha mais frequentes necessários em climas quentes resultam em baixa produtividade do veículo e, portanto, em custos muito elevados.

b) Recolha a partir de prédios de apartamentos – Existem mais duas opções para prédios de vários andares. Uma é providenciar armazenamento no exterior ou no piso térreo, a partir do qual os resíduos podem ser recolhidos pelo serviço de recolha. Os resíduos podem ser levados para esses contentores pelos próprios moradores, pelo zelador do prédio ou por meio de condutas de lixo verticais que tenham aberturas em cada andar para que os moradores possam colocar nelas os seus resíduos para caírem em contentores no piso térreo. (Essas condutas provaram ser muito problemáticas em muitas situações, ficando bloqueadas e com mau cheiro, ou incentivando a criação de baratas. Devem ter interiores lisos, ser sempre utilizadas de forma disciplinada e ser limpas regularmente).

Outra alternativa é os trabalhadores do serviço de limpeza recolherem os resíduos de cada um dos apartamentos, ou apanhando o lixo que fica fora de cada porta ou batendo à porta de cada um para pedir aos moradores que entreguem os seus resíduos. Esta modalidade é claramente de mão-de-obra muito intensiva, mas provou ser sustentável em áreas

da classe média do Cairo.

4.3.4 Recolhas especiais

Resíduos volumosos e resíduos de jardim (ponto 3.1) podem ser recolhidos de várias formas. Como a geração desses resíduos ocorre frequentemente a intervalos irregulares, a entidade responsável pode fornecer um serviço de recolha de resíduos volumosos a pedido. Os moradores e as empresas são informados de um número de telefone para o qual podem ligar, ou de um gabinete a que podem ir para solicitar que determinados itens ou materiais sejam recolhidos de suas instalações. Os itens indesejados devem ser claramente descritos ou identificados com etiquetas para que nenhum item de valor seja conjuntamente removido por engano. A recolha pode ser de fora ou de dentro da propriedade. Pode ser cobrada uma taxa por este serviço, mas, para evitar essa taxa, as pessoas podem despejar os seus resíduos volumosos em terreno aberto, de onde pode ser mais caro recolhê-los. A entidade responsável pela manutenção de parques públicos e árvores de rua deve estabelecer estreita coordenação com a entidade responsável pela recolha de resíduos para garantir que os resíduos verdes sejam removidos o mais rapidamente possível após a sua geração. Para essas recolhas devem ser utilizados camiões grandes abertos, de preferência com uma grua hidráulica equipada com um grampo apropriado. Uma trituradora num reboque traccionado pelo camião seria muito eficaz na redução do volume ocupado pelos galhos das árvores, para serem necessárias menos viagens. Alternativamente, deve ser destacada uma equipa para cortar quaisquer ramos de árvore (para reduzir o seu volume bruto) e prepará-los para o carregamento antes de um camião ir recolher os resíduos.

Se os resíduos volumosos e os resíduos verdes forem gerados em quantidades ou intervalos razoavelmente previsíveis, a entidade responsável pela recolha pode distribuir alguns contentores skip grandes pelas ruas em momentos que são anunciados para que os moradores possam transportar os seus resíduos para esses contentores e depositá-los no seu interior. Os contentores devem ser removidos e esvaziados antes que se dê tempo a que os resíduos se decomponham e causem séria corrosão nos contentores – no prazo de dois dias se os resíduos tiverem um alto teor de humidade. Nos países industrializados onde os níveis de propriedade de automóveis e de consciência ambiental são relativamente elevados, os moradores podem estar dispostos a levar os seus resíduos volumosos para uma estação de transferência ou para o local de deposição final. Pode ser cobrada uma taxa pelo manuseamento e deposição desses resíduos.

Durante a festa islâmica do Eid ul-Adha, muitas famílias sacrificam ovelhas ou outros animais em suas casas, o que

18. Referência [Betts 1978].

Tabela 4.1 Comparação de vários métodos de recolha de resíduos

Descrição	Contentores comunitários	Recolha de quarteirão	Recolha de berma	De dentro da propriedade
Colaboração dos residentes carregando caixotes ou sacos de lixo	Sim	Sim	Sim	Não
Colaboração dos residentes no esvaziamento de caixotes de lixo	Sim	Opcional	Não	Não
Necessidade de serviços programados	Não	Opcional	Sim	Não
Acesso de catadores aos resíduos	Muito alto	Nenhum	Alto	Nenhum
Tamanho médio da equipa (excluindo o motorista)	1–2 (portátil) 2–4 (fixo)	1–2	1–4	2–6
Queixas relativas a não cumprimento	Não	Não	Não	Sim
Nível de serviço	Baixo	Suficiente	Bom	Bom
Custo de recolha por habitação	Baixo	Médio	Alto	Muito alto

pode gerar grandes quantidades de ossos e miudezas que devem ser recolhidos no prazo de 24 horas.

Sempre que é reportada a presença numa rua ou área pública de uma carcaça de um animal grande, ela deve ser rapidamente removida como questão de máxima prioridade.

4.3.5 Conclusões

A abordagem mais produtiva e económica para qualquer cidade é, frequentemente, uma combinação dos métodos referidos - diferentes métodos a serem usados em diferentes partes da cidade. O sistema e a frequência por que se opta devem ser ditados pela vontade de pagar dos moradores.

Os vários tipos de contentores de armazenamento são discutidos no Capítulo 5. Ao seleccionar e desenhar um contentor, é importante que se pense não só no próprio contentor, mas também em até que ponto é conveniente para o público usá-lo, e como pode ele ser esvaziado e o conteúdo carregado nos diferentes tipos de veículo de recolha que podem ser utilizados. O Capítulo 7 apresenta critérios para seleccionar a melhor combinação de equipamento e métodos de recolha, de modo a maximizar-se a cobertura e a minimizarem-se os custos globais.

A Tabela 4.1 resume as opções para o ponto de recolha.

4.4 MÉTODOS DE CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE RESÍDUOS

4.4.1 Carregamento

O método utilizado para carregar os resíduos do contentor de armazenamento para o veículo de recolha deve ser cuidadosamente considerado devido aos impactos no custo do serviço e na saúde dos trabalhadores. Em situações em que os custos de mão-de-obra são baixos, é comum verem-se métodos muito lentos de carregamento de resíduos, mas é preciso recordar-se que esses métodos mantêm o veículo em

espera por longos períodos e reduzem o número de viagens que ele pode fazer em um dia e, portanto, podem ter um impacto significativo no custo de recolha de cada tonelada de resíduos, mesmo que se considere que os custos de mão-de-obra não são relevantes. Também devem ser tidos em mente os riscos de saúde e segurança, porque alguns métodos de carregamento expõem os trabalhadores a riscos de inalação de pó e esporos de fungos, de contacto da pele (tanto das mãos como dos pés e pernas) com os resíduos, de lesões provocadas pelo trabalho de elevação e de acidentes de trânsito. Em muitas situações, os métodos de carregamento manual não podem ser evitados, mas um bom gestor está ciente dos riscos e faz o que for possível para os reduzir.

Noutra parte deste relatório são apresentados exemplos que realçam a importância da compatibilidade mecânica entre os contentores e os veículos. É importante considerar-se a adequação dos dispositivos de reserva quando um contentor só pode ser esvaziado por um tipo de veículo, bem como a flexibilidade de se poderem usar dois ou mais tipos diferentes de veículos para fazer a recolha de um determinado tipo de contentor.

Ao seleccionar um contentor e sistema de recolha, é importante que se atente ao espaço necessário para o contentor e, caso o contentor tenha de ser elevado ou esvaziado mecanicamente, deve haver uma forma de garantir que os carros estacionados e outras obstruções não impeçam o veículo de recolha de se aproximar o suficiente do contentor.

4.4.2 Recolha separada ou combinada

São surpreendentes as muitas considerações existentes de iniciativas para incentivar a segregação familiar de resíduos (de modo que os materiais recicláveis sejam mantidos separados de outros resíduos), em que pouco se pensou na recolha separada das duas ou mais categorias. Há vários tipos de veículos que foram concebidos para recolher diferentes tipos de resíduos em compartimentos separados, mas esses sistemas

são de custo muito elevado e não são adequados às condições económicas e sociais dos países em desenvolvimento. Em tais situações, é melhor encorajarem-se os sectores informal ou privado a recolher a parte reciclável, como já foi referido no ponto 4.3.2.

Em algumas circunstâncias, no entanto, pode ser apropriado considerar a recolha de alguns tipos de resíduos separadamente. Por exemplo, os resíduos de mercados, restaurantes e hotéis podem ser recolhidos separadamente dos resíduos de outras fontes, se se destinarem a alimentação animal ou a compostagem (porque poderão ficar menos contaminados por materiais nocivos). Pela mesma razão, as varreduras de rua podem ser recolhidas separadamente dos resíduos domésticos. Além disso, pode-se decidir não misturar resíduos de certas indústrias e hospitais com resíduos sólidos em geral se houver a intenção de depositar os primeiros numa parte separada de um aterro onde os catadores não possam operar. Os resíduos de alta densidade, como lamas industriais, resíduos de construção e demolição e de varreduras de rua que contenham grandes quantidades de areia, podem ser recolhidos separadamente dos resíduos de baixa densidade porque os dois tipos requerem diferentes tipos de contentores ou veículos. Tais medidas preocupam-se mais com a localização dos contentores e a rota dos veículos do que com a segregação e triagem.

4.4.3 Recolha ou transferência directa

Em muitos casos, o veículo que recolhe resíduos do ponto de recolha (ponto 4.3) pode levá-los directamente para o destino final (instalação de tratamento ou local de deposição final), como mostra a Figura 4.1.a. No entanto, se o veículo que inicialmente recolhe o lixo for pequeno e/ou o tempo

que levaria para chegar ao destino final for longo, pode ser económico transferir os resíduos (juntamente com os resíduos de outros veículos de recolha primária semelhantes) para um veículo maior e/ou mais rápido (Figura 4.1.b). Se os resíduos forem recolhidos de áreas habitacionais de alta densidade com ruas estreitas, é quase sempre necessário um sistema de duas etapas. Os resíduos podem ser transferidos do veículo primário para o veículo secundário numa estação de transferência especial ou num dos vários pontos de transferência. Em alguns casos, pode haver vantagens em ter três etapas de recolha. Acrescentar etapas e operações de transferência aumenta a complexidade do sistema, exigindo mais esforço de gestão e arriscando menor fiabilidade.

A transferência pode permitir que algumas tarefas sejam realizadas durante o dia e outras durante a noite ou quando há menos congestionamento.

Por vezes, as organizações responsáveis pela recolha primária e secundária são diferentes. Um exemplo é quando uma organização municipal recolhe resíduos de casas e lojas e uma organização regional opera o transporte secundário e a deposição final. Outro exemplo ocorre quando um sistema baseado na comunidade faz a recolha dos resíduos nas casas e coloca-os num ponto de transferência para serem removidos por veículos municipais. Este segundo caso é muitas vezes problemático, porque a remoção pelo serviço municipal provou ser pouco fiável em alguns casos, levantando críticas ao sistema baseado na comunidade. Tais dificuldades têm sido superadas por contactos pessoais com funcionários municipais ou fazendo pagamentos não oficiais a motoristas de camiões municipais.

Como regra geral, a escolha do sistema de recolha ideal é grandemente influenciada pela distância entre as áreas de recolha e o local de deposição final.

A Figura 4.1 ilustra a recolha directa e transferência. A transferência é discutida com mais detalhes no Capítulo 8.

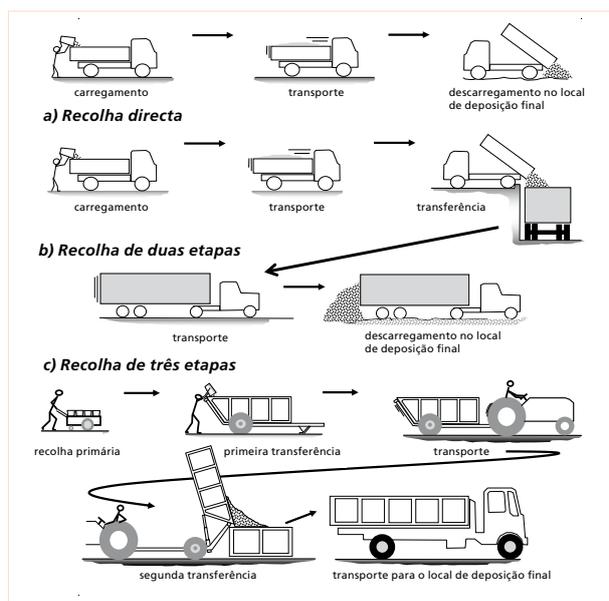


Figura 4.1 Exemplos de sistemas de recolha.

4.5 PADRONIZAÇÃO

A maioria das cidades pode ser subdividida em zonas com diferentes características. Muitas cidades possuem áreas centrais antigas e tradicionais que se desenvolveram antes de os veículos a motor serem de uso comum, e o acesso às habitações nessas áreas é feito através de ruelas que são muito estreitas para veículos a motor de quatro rodas. As áreas de urbanização não planeadas informais ou bairros de ocupação ilegal são geralmente construídas sem possibilitarem acesso a veículos motorizados. Algumas áreas residenciais mais modernas foram edificadas em ruas estreitas, frequentemente obstruídas por carros estacionados, sendo por isso

acessíveis apenas a veículos pequenos, e onde é lenta a deslocação. Algumas áreas residenciais têm uma alta densidade populacional, onde as casas são pequenas ou há quarteirões com apartamentos em edifícios elevados. Outros bairros, especialmente nas áreas periféricas ou em áreas preferidas por residentes abastados, caracterizam-se por distâncias relativamente longas entre as casas.

Além destas diferenças no acesso rodoviário e na densidade habitacional, existem outras no tipo de serviço exigido. Os residentes ricos têm mais espaço para armazenar os seus resíduos e podem ter empregados para os gerir, além de que podem desejar um nível de serviço mais elevado, estando dispostos a pagar por isso. Em áreas de alta densidade, pode ser necessário recolherem-se os resíduos com mais frequência devido à falta de espaço de armazenamento, tanto nas residências como na rua.

Devido às diferenças citadas, não é possível, em muitas cidades, ter-se apenas um sistema de recolha de resíduos. A selecção dos vários sistemas e tipos de veículos deve ser feita para cada tipo de área de modo que cada área tenha um sistema económico, fiável e aceitável para os residentes.

Com estes aspectos em mente, é importante manter-se no mínimo o número de sistemas e tipos de veículos diferentes, por razões de manutenção. Cada tipo de veículo requer um conjunto específico de peças sobressalentes, e a área mecânica deve estar familiarizada com cada tipo e capaz de monitorar o seu estado e mantê-lo. Como será adiante discutido, é importante seleccionarem-se marcas e modelos de veículos que sejam comumente usados para outros fins no país em causa, uma vez que dessa forma é maior a possibilidade de compra de peças sobressalentes directamente a agentes locais, evitando os atrasos associados à compra de peças no exterior.

Existem ocasiões em que uma cidade tem fundos para

comprar vários veículos ao mesmo tempo. É importante que avalie cuidadosamente que tipo e marca de veículo comprar, porque uma má selecção pode revelar-se um erro muito caro. Caso não seja possível comprar primeiro um veículo e testá-lo minuciosamente, os engenheiros e mecânicos da oficina devem investigar o desempenho e a fiabilidade do tipo de veículo proposto noutras locais onde já esteja a ser usado. Não é aconselhável confiar nas informações fornecidas pelo fabricante, e é melhor ver directamente em vez de confiar no que os outros dizem. Se for obtido um empréstimo ou donativo para a compra de veículos e equipamentos de armazenamento, os procedimentos de aquisição da agência de financiamento podem definir como único critério o preço. Neste caso, é muito importante escrever-se a especificação de forma que sejam excluídos os sistemas inadequados. Sempre que possível, as propostas devem incluir a seguinte cláusula:

“Não será necessariamente aceite a proposta mais baixa. Só serão consideradas as marcas que tiverem um desempenho comprovado ao longo de vários anos em serviços municipais no país/região. Solicitar-se-á ao concorrente que dê provas de instalações de assistência locais e reservas adequadas de peças sobressalentes no país/região”.

Se os veículos forem fornecidos em menores quantidades por vários doadores, pode ser muito difícil implementar uma política de padronização, uma vez que diferentes doadores provavelmente fornecerão equipamento dos seus próprios países e para as suas próprias especificações. Caso os veículos sejam fornecidos através do governo central, também pode ser difícil garantir a padronização e a provisão dos tipos de veículos mais eficientes.

Resumo

- Ao seleccionar-se um sistema de armazenamento e recolha, há muitas opções e aspectos que devem ser considerados.
- Os moradores que beneficiam do sistema devem ser consultados quanto ao nível de serviço desejado e ao tipo e localização das unidades de armazenamento.
- Os sistemas que usam contentores comunitários geralmente são mais baratos, mas, por vezes, não são populares.
- Em algumas situações, é necessário transferirem-se os resíduos de um veículo de recolha primário para um veículo de transporte secundário.
- A padronização de veículos favorece a manutenção, mas muitas cidades grandes com áreas diversificadas necessitam de mais de um tipo de sistema de recolha para prestarem um serviço a todos os cidadãos.
- A disponibilidade de peças sobressalentes e serviços de revisão da marca é um factor crucial para a selecção do tipo de viaturas a utilizar.

5.1 INTRODUÇÃO

O armazenamento, o carregamento, o transporte e a deposição final são os quatro elementos essenciais de qualquer sistema de gestão de resíduos sólidos. A compatibilidade entre cada uma das três etapas de armazenamento, carregamento e transporte é essencial para se assegurar uma operação económica – devem ajustar-se umas com as outras e cada uma tem de ser projectada com as outras em mente. O objectivo deve ser o desenvolvimento de um sistema de armazenamento, carregamento e transporte total ou parcialmente contentorizado, que não permita que os resíduos entrem em contacto com o solo em qualquer fase do sistema de recolha. Manter os resíduos em contentores é higiénico e minimiza os tempos de manuseamento e carregamento, mas, em algumas condições económicas, parece que sistemas de recolha menos satisfatórios, que depositam resíduos no chão e depois os carregam, custam menos por tonelada. Os contentores podem ser uma parte muito significativa dos custos de um sistema de recolha (Anexo A3), particularmente se ficarem rapidamente corroídos ou danificados ou precisarem de ser substituídos frequentemente por outros motivos.

Os meios de armazenamento de resíduos sólidos para resíduos domésticos podem ser classificados como domésticos (ou seja, caixotes do lixo ou sacos domésticos, por vezes conhecidos como armazenamento primário) e comunitários (isto é, contentores ou silos, cada um deles usado por muitas famílias, conhecidos como armazenamento secundário). O volume de armazenamento necessário para os resíduos domésticos é função do número de pessoas atendidas, da taxa diária de geração de resíduos per capita e do número de dias entre recolhas sucessivas. As capacidades de armazenamento necessárias para instalações comerciais e institucionais são determinadas em conformidade com o tamanho e a natureza das actividades, e com o número de pessoas envolvidas.

São muitos os requisitos que um contentor de resíduos ou outro meio de armazenamento deve satisfazer:

- a) **Conveniência** – Deve ser de uso conveniente - não muito alto para as crianças usarem, e com uma abertura suficientemente grande para que todos os objectos aceitáveis possam ser colocados dentro dele. Se o contentor for usado por mais de um agregado familiar, há o risco de os resíduos serem despejados junto dele, e não no seu interior, se não for de uso conveniente, e, caso haja resíduos em volta do recipiente, isso desencorajará os outros de introduzirem nele os seus resíduos, por não pretenderem andar por cima dos resíduos que o rodeiam.
- b) **Tamanho** – Deve ser suficientemente grande para acomodar os resíduos que precisam de ser armazenados, tendo em conta o mais longo intervalo que se prevê entre visitas da equipa de recolha e flutuações na geração de resíduos. Itens volumosos, como caixas de papelão e folhagem, podem encher rapidamente um contentor, mas geralmente não é razoável conceber-se o sistema para esses itens. (Mais informação sobre este assunto em 5.3.2.)
- c) **Carregamento** – O carregamento dos resíduos no veículo de recolha deve ser económico (considerando tanto a mão-de-obra necessária como o tempo de espera do veículo de recolha), higiénico (para que os trabalhadores que fazem a recolha e quaisquer outras pessoas na vizinhança fiquem expostos ao menor risco possível) e seguros (não apresentando grande risco de lesão por levantamento ou cortes). Se o carregamento só puder ser feito usando um determinado tipo de veículo, os sistemas de espera e manutenção do veículo devem ser suficientes para garantir que esse tipo de veículo esteja sempre disponível.
- d) **Forma** – Os recipientes devem ser afunilados (isto é, ter maiores dimensões planas na parte superior do que na parte inferior) para que sejam fáceis de esvaziar quando inclinados, mesmo que os resíduos tenham sido compactados para os introduzir. Os contentores danificados podem travar os resíduos no seu interior se onde tiverem ocorrido danos o contentor ficar com alguma dimensão reduzida em comparação com a base.
- e) **Isolamento dos resíduos** – É desejável que não haja acesso aos resíduos por moscas, animais e chuva, mas, na prática, este objectivo pode ser difícil de alcançar, especialmente se o recipiente é usado por muitas pessoas. Uma tampa bem ajustada pode ser efectiva para esse propósito, desde que seja mantida fechada a maior parte do tempo. No entanto, muitas vezes os usuários temem ficar com as mãos sujas e não estão dispostos a abrir a tampa, despejando então os seus resíduos nas proximidades. Se a tampa já estiver aberta, os usuários podem não estar dispostos a fechá-la, caso em que as moscas têm acesso aos resíduos para porem os seus ovos, aves e outros animais espalham o lixo, e, entrando chuva, aumenta o peso que deve ser recolhido e é mais rápida a decomposição. É

frequente as tampas ficarem danificadas ou perderem-se. Por vezes as tampas são muito altas para as crianças as alcançarem. Uma alternativa possível é uma cobertura inclinada fixa com uma abertura lateral, o que pode ser efectivo para evitar que a chuva atinja os resíduos, mas torna mais difícil os usuários esvaziarem os seus recipientes. Alguns contentores que são inclinados para esvaziar e têm uma tampa grande para permitir esse esvaziamento têm também pequenas aberturas ou portinholas com tampas para serem usadas pelas pessoas que deitam os seus resíduos no contentor.

Não deve haver contacto entre os resíduos e o solo, porque as larvas das moscas entram no solo para completar o seu desenvolvimento (Caixa 2.1). Além disso, se não houver uma base firme para o meio de armazenamento, é provável que as equipas de recolha deixem para trás resíduos misturados com terra, ou que o solo seja gradualmente escavado, pois vai-se removendo terra com o lixo. Se forem projectadas bases de betão para pousar os contentores, elas devem ser concebidas de modo a evitar-se que entrem ratos por baixo, prolongando os lados para baixo, para o solo, ou usando rede.

f) Durabilidade – Os contentores devem ser suficientemente duráveis, resistentes a danos mecânicos, corrosão, radiação ultravioleta e, em muitos casos, cinzas ou fogo. Os recipientes que têm uma vida útil relativamente curta podem ser económicos se seus custos forem baixos e existir um mecanismo fiável para os substituir. Os contentores concebidos para serem usados em países industrializados onde as densidades de resíduos são baixas ficarão seriamente sobrecarregados se se deitar neles resíduos que sejam quatro ou mais vezes mais densos. Em particular, as rodas desses contentores são muito rapidamente danificadas por essas cargas imprevistas,

especialmente se os contentores forem empurrados sobre solo acidentado ou macio.

Os contentores feitos de aço macio comum ficam rapidamente corroídos caso se deixe neles resíduos orgânicos por períodos suficientemente longos para permitir que os resíduos se decomponham formando líquidos ácidos. A corrosão ocorre mais rapidamente em contentores que possuam cantos afiados e fendas, a que os resíduos adiram ou onde ficam presos líquidos entre as chapas de aço. Uma concepção cuidadosa dos contentores para eliminar cantos e fendas aumenta consideravelmente a sua vida útil. Outro meio de aumentar a vida dos contentores desacelerando a corrosão é fabricá-los a partir de aços especiais resistentes à corrosão, que são mais dispendiosos do que o aço macio (Caixa 5.1). Se os contentores de aço macio forem incendiados, devem ser limpos e pintados de imediato, pois o calor ou a gordura dos resíduos alimentares irá destruir os revestimentos protectores, incluindo a galvanização e a pintura, começando imediatamente o enferrujamento.

Alguns outros aspectos específicos apenas para um tipo de meio de armazenamento são mencionados nos pontos que se seguem.

5.2 ARMAZENAMENTO DOMÉSTICO DE RESÍDUOS

São usados diversos meios para o armazenamento doméstico de resíduos sólidos. Recipientes temporários, tais como caixas de papelão, sacos de plástico e uma gama de diferentes tipos de contentores são frequentemente utilizados. Os sacos plásticos são adequados em vários sentidos - contêm humidade se não tiverem sido rasgados e são relativamente limpos e fáceis de manusear. Também é preferível que sejam enchidos de resíduos em vez de serem descartados vazios, sendo portanto, facilmente levados pelo vento. Uma desvantagem é que são facilmente rasgados por cães e gatos, outra é que objectos afiados podem facilmente perfurá-los e causar danos à pessoa que os está a carregar. As caixas de papelão perdem força quando se molham devido aos resíduos que contêm, ou ao entrarem em contacto com chuva ou humidade do solo. Alguns recipientes de metal improvisados têm bordas irregulares que podem cortar as mãos que os levantam.

A introdução de um serviço de recolha fiável leva, frequentemente, ao uso de recipientes maiores e mais duráveis, tais como os que apresenta a Figura 5.1. O fornecimento de recipientes permanentes pode ser da responsabilidade da

Caixa 5.1

Informação adicional

Usando aço CorTen para aumentar a vida útil do contentor

O aço CorTen, que contém uma pequena percentagem de cobre, representa um compromisso entre o uso de materiais caros quase completamente resistentes à corrosão e o uso de aço macio, que corrói relativamente depressa quando usado para contentores de resíduos sólidos. O aço CorTen não é tão resistente à corrosão como o aço inoxidável (que contém níquel e cromo) ou o aço semi-inoxidável (CR12), que contém 12% de cromo, mas tem aproximadamente sete vezes a resistência à corrosão do aço "macio" comum e que aumentará a expectativa de vida em até cinco vezes, aumentando também, talvez em 30%, o custo de cada contentor. O cobre no aço forma um óxido de cobre protector à medida que o aço vai envelhecendo. Também contém carbono adicional para o tornar mais forte a fim de que se possam usar secções de aço mais finas.

entidade responsável pela recolha ou do morador, ou pode ser incentivado por uma campanha de educação pública. O fornecimento e a distribuição de grandes sacos de lixo de plástico não retornáveis aumentam significativamente os custos e raramente são apropriados porque são usados para outros fins, além de que são facilmente rasgados por animais que procuram alimentos entre os resíduos. Por vezes, os sacos plásticos são usados como meio de pagamento do serviço de recolha de resíduos (Caixa 5.2). Os sacos plásticos reutilizáveis resistentes provaram ter uma vida útil média de seis meses no Zimbábue, na década de 80. Muitos tipos de armazenamento comunitário de resíduos domésticos não são mantidos cobertos ou fechados e, portanto, não contribuem para evitar a criação de moscas. Recipientes plásticos e de aço galvanizado com tampa são comumente usados em áreas de média e alta renda, mas são relativamente caros e, portanto, podem ser roubados. Recipientes feitos de pneus usados de carros e camiões, com capacidades variando de 30 a 80 litros, quando equipados com uma tampa adequada, oferecem uma solução de armazenamento útil, à prova de moscas, lavável, robusta e de baixo custo (ver Figura 5.1 e Fotos 5.1).

São usados tambores de óleo de duzentos litros como recipientes de armazenamento por famílias e instalações

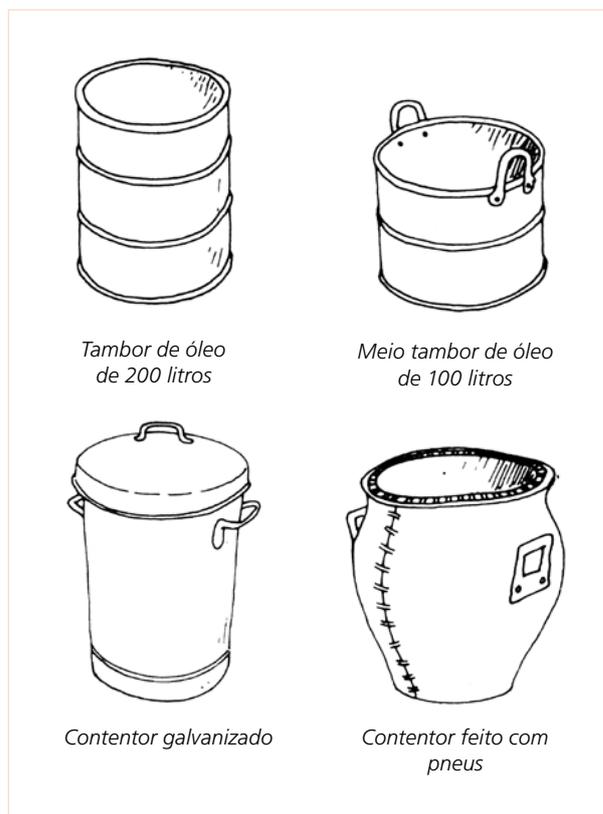


Figura 5.1 São utilizados diversos tipos de recipientes para armazenamento de resíduos nas habitações.



a) Tambor de óleo cortado ao meio



b) Recipiente durável feito com pneu de camião usado



c) Os sacos plásticos são sujeitos a serem esgaratados por animais



d) Tambor de aço reciclado



e) Latas do lixo galvanizadas de espessura reduzida danificam-se facilmente



f) Caixote do lixo plástico com forro

Fotos 5.1 Alguns exemplos da vasta gama de opções para armazenamento primário.

Caixa 5.2

Recolha usando sacos pré-pagos

Um método de obrigar os geradores a pagar por um serviço de recolha de resíduos é informá-los de que os resíduos serão recolhidos somente se forem apresentados para recolha em sacos de plástico oficiais ou se tiverem uma etiqueta especial. Os sacos são vendidos por um preço muito superior ao custo de um saco comum, porque a maior parte do rendimento da venda é usada para pagar o serviço de recolha. Este sistema pode ser usado onde há demanda de um serviço de recolha de resíduos para o qual as famílias estão dispostas a pagar, ou se existe um sistema de fiscalização efectivo. Também pode ser usado onde há vários operadores privados em concorrência uns com os outros (nesse caso, cada operador usa uma cor distinta e imprime o seu próprio logotipo nos seus sacos). Os sacos podem ser vendidos por lojas locais ou por funcionários da empresa indo de casa em casa. Os operadores privados circulam por todas as ruas e recolhem os seus próprios sacos facilmente identificáveis. No entanto, pode haver um problema se os catadores de resíduos recolherem os sacos no local de deposição final e, em seguida, os lavarem e os tornarem a vender, podendo mesmo esvaziá-los na rua para os poderem revender, caso em que os resíduos nem são recolhidos. Alguns tipos de camiões compactadores têm dentes de escarificação no mecanismo de compactação para garantir que todos os sacos sejam rasgados, tanto para reduzir o ar no seu interior (para aumentar a compactação) como para desincentivar a catação; isso só é prático, porém, com os veículos de compactação, que raramente são rentáveis nos países em desenvolvimento, embora possam ser adequados em algumas áreas de maior renda.

comerciais e institucionais. São, no entanto, muito pesados para se manipularem e não facilitam um rápido carregamento para os veículos de recolha. Não é incomum vê-los a serem derrubados para deitar o seu conteúdo na rua, para os resíduos poderem ser carregados no camião de recolha usando uma pá ou ancinho e pequenos baldes, cestos ou bacias. É um sistema lento, trabalhoso e não higiénico que resulta numa fraca utilização dos veículos e baixa produtividade do trabalho. O facto de os tambores raramente serem cobertos também os torna muito pouco atraentes para uma aplicação generalizada. Uma melhoria é cortá-los em dois e soldar-lhes umas pegas. Outra desvantagem pode ser o facto de os tambores serem cilindros, os seus lados serem paralelos. Quando os resíduos são compactados no seu interior, pode ser difícil vertê-los, especialmente se o tambor estiver um pouco deformado ou danificado. (Como já foi mencionado, os recipientes para resíduos sólidos devem ser cónicos, mais largos no topo do que na parte inferior, de modo que os resíduos caiam facilmente quando são inclinados.)

O contentor com rodas (Figura 5.3) representa uma alternativa móvel útil, mas é susceptível a roubo e requer equipamento mecânico especial de elevação de contentores instalado no veículo de recolha de resíduos para um carregamento eficiente. Também não é adequado em locais onde se utilize madeira, carvão ou outro combustível sólido para

cozinhar ou aquecer, pois é facilmente danificado por cinzas quentes.

Para resíduos de alta densidade, a necessidade de ter em conta a capacidade de levantamento repetido por uma pessoa pode limitar o volume de armazenamento primário a 50-60 litros.

Dependendo do método de recolha de resíduos, a padronização¹⁹, de contentores de armazenamento doméstico pode maximizar a produtividade da força de trabalho e do transporte. Isto verifica-se principalmente quando se usam métodos de recolha de resíduos que dependem do carregamento directo de recipientes domésticos por trabalhadores braçais. A padronização de contentores domésticos não terá nenhuma vantagem se o serviço de recolha se focar na recolha de contentores comunitários, em vez de contentores domésticos. A padronização de contentores primários, no entanto, representa um considerável problema no que respeita à distribuição e substituição. A provisão desses contentores aumentaria consideravelmente os custos de investimento e, em muitos casos, os moradores não teriam capacidade de os comprar. Normalmente, a padronização do armazenamento primário só pode ser adequada quando as taxas de geração de resíduos são altas, e somente em áreas de alta renda ou áreas comerciais de países em desenvolvimento.

5.3 ARMAZENAMENTO COMUNITÁRIO DE RESÍDUOS

5.3.1 Comentários introdutórios

O uso de contentores comunitários, enchidos directamente pelos moradores ou a partir de veículos de recolha primários (por exemplo, triciclos ou carrinhos de mão) é particularmente apropriado em áreas residenciais densamente povoadas, como áreas de baixa ou média renda com moradias unifamiliares ou habitações em prédios de vários andares em todos os grupos de renda. Os meios de armazenamento de resíduos comunitários podem ser estacionários (fixos) ou portáteis, e os contentores portáteis podem ser esvaziados in situ ou substituídos por contentores vazios.

5.3.2 Capacidade necessária para armazenamento comunitário

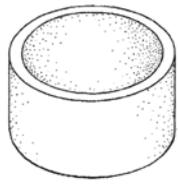
A capacidade ou o volume necessário para um contentor comunitário depende dos seguintes factores:

¹⁹ A padronização de contentores e caixotes de lixo significa a utilização de apenas um tamanho e modelo de contentor. Os contentores padronizados serão fornecidos pela entidade responsável pela recolha, seja por conta própria, seja por facturação, aos moradores. Os resíduos em qualquer outro tipo de recipiente não serão recolhidos.

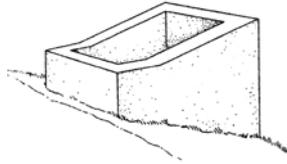
- A taxa de geração volumétrica das casas e instalações comerciais que se espera que utilizem o contentor, que é geralmente estimada dividindo a taxa de geração baseada no peso pela densidade dos resíduos na etapa de armazenamento comunitário (ponto 3.2.2). Muito depende de como e onde a densidade é medida. O próprio peso dos resíduos irá comprimir as camadas inferiores, especialmente se neles se encontrarem caixas de papelão que não tenham sido aplanadas, sacos plásticos contendo ar e matéria orgânica volumosa (como folhas de banana) que podem ser comprimidos. É melhor medir a densidade dos resíduos como se encontram no contentor, mesmo antes da recolha, do que tentar estimá-la com base em medições realizadas nas residências.
 - O número de pessoas que se espera que usem o contentor. Pode ser difícil saber quantas pessoas usarão qualquer contentor específico. Os residentes podem não usar o contentor mais próximo das suas habitações se ele não estiver na direcção em que costumam ir (para a escola, para o trabalho ou para lojas, por exemplo) ou se, para chegar ao contentor, for preciso atravessar uma estrada movimentada. Os números dos que usam o armazenamento aumentarão se na área forem construídas novas habitações.
 - O tipo de contentor. Um contentor mais alto pode proporcionar mais compactação das camadas inferiores de resíduos por acção dos resíduos das camadas superiores, mas as crianças podem ter mais dificuldade de usá-los, e assim mais resíduos são despejados fora do contentor. Contentores cobertos que se vão enchendo através de aberturas relativamente pequenas na cobertura podem não ser completamente enchidos porque os resíduos podem formar um montículo dentro do contentor que bloqueie a abertura, embora ainda haja espaço vazio adjacente ao montículo no interior do contentor.
 - Outros tipos de resíduos que se prevê virem a ser colocados no contentor, tais como varreduras de rua, resíduos de jardim, resíduos de construção e demolição e resíduos comerciais. Se forem adicionadas varreduras de rua, isso não será regular, portanto elas devem ser levadas em consideração, mas os valores podem variar com os dias da semana e após eventos como jogos de futebol. Por outro lado, os resíduos de jardim geralmente são gerados em grandes quantidades em apenas certas épocas do ano, pelo que pode não ser razoável considerá-los ao estimar a capacidade necessária para contentores comunitários. Pequenas quantidades de resíduos de construção e demolição resultantes de pequenas construções e renovações de moradias também podem ser colocadas em contentores comunitários. Embora os contentores possam destinar-se apenas a lixo doméstico, lojas e escritórios na área podem usá-los por serem mais convenientes ou para evitar pagamentos por recolha de resíduos comerciais.
 - O mais longo intervalo esperado entre os esvaziamentos. Se os resíduos forem recolhidos seis dias por semana, há um intervalo de dois dias passado o dia de descanso. (Por exemplo, se o domingo é o dia de descanso e os resíduos são recolhidos no início da manhã, de segunda a sábado, os resíduos de sábado e domingo devem ser recolhidos no início da manhã de segunda-feira). Da mesma forma, se a recolha for três vezes por semana, o intervalo mais longo entre as recolhas é de três dias, sendo de dois dias cada um dos outros intervalos.
 - Devem ser previstas variações sazonais, semanais e aleatórias nas quantidades de resíduos domésticos. As variações aleatórias tendem a tornar-se menos significativas quando estão envolvidas mais residências, pois as quantidades recolhidas vão convergindo para valores médios.
 - Se o contentor for supervisionado por um trabalhador municipal, pode ser possível admitir uma menor capacidade de armazenamento porque o trabalhador pode distribuir e compactar os resíduos nos contentores comunitários para criar espaço para cargas adicionais. É muito improvável que os residentes que utilizem contentores comunitários tentem reorganizar ou compactar o lixo se o contentor estiver cheio; em vez disso, eles simplesmente despejarão os seus resíduos no chão junto do contentor.
- Caso se pretenda fornecer um contentor fixo (por exemplo um silo de alvenaria), talvez se possa prever capacidade adicional com um pequeno custo extra, para ter em conta

Tabela 5.1 Capacidade requerida para a taxa de geração média de 1,0 m³/dia

Frequência da recolha	Diária, 7 dias/ semana	Diária, 6 dias/ semana	3 vezes/ semana	2 vezes/ semana	1 vez/ semana
Intervalo mais longo antes da recolha (dias)	1	2	3	4	7
Capacidade necessária sem atendimento (m ³)	1,5	2,5	3,5	4,8	8
Capacidade necessária se houver supervisão (m ³)	1,3	2,3	3,3	4,5	7,5



Os tubos de betão podem ser virados para um esvaziamento mais fácil e mais rápido



O silo de betão tem de ser esvaziado manualmente. Só pode trabalhar dentro do silo uma pessoa de cada vez

Figura 5.2 Pontos de recolha comunitários fixos podem trazer problemas com moscas, roedores e cheiros. O seu enchimento é lento, o que resulta numa fraca utilização do veículo.

incertezas. No entanto, os silos de betão não podem ser recomendados de um modo geral (ver Figura 5.2). Se forem utilizados contentores portáteis, devem ser distribuídos de acordo com os volumes de resíduos previstos e monitorados de perto para que os contentores que ficarem sobrecarregados possam ser complementados por contentores adicionais.

A Tabela 5.1 sugere a capacidade de armazenamento comunitário necessária para um bairro que gere, em média, um metro cúbico de resíduos por dia, para diferentes frequências de recolha. Pode-se ver que, com recolha diária, a recolha sete dias por semana reduz quase para metade a necessidade de armazenamento, em comparação com trabalhar seis dias por semana.

Devido a todas as incertezas quanto à necessidade de armazenamento acima descrita, é importante que se contemple capacidade adicional ou flexibilidade nos planos de armazenamento - capacidade extra para instalações de armazenamento que possam ser ampliadas com um custo e flexibilidade mínimos no caso de contentores portáteis que possam ser movidos ou complementados conforme as necessidades.

5.3.3 Meios estacionários (fixos)

As unidades fixas mais comuns são:

- Silos de alvenaria descobertos²⁰ com capacidades entre 1 m³ e 5 m³ (Figura 5.2 e Foto 5.2.b)
- Contentores de alvenaria revestidos com capacidade até 2 m³ e acesso para carregamento na parte superior e descarga através de uma porta de aba lateral; e
- Secções de tubo de betão ou aço com capacidades até 300 litros (Foto 5.2.a).

Os três tipos de instalações de armazenamento secundário foram frequentemente testados e sempre falharam.



a) preparando o esvaziamento de um contentor comunitário



b) Silo comunitário; difícil de esvaziar

Fotos 5.2 Contentores comunitários fixos.

Geralmente ficam espalhados resíduos por volta dessas instalações, e atraem insectos, roedores e outros animais (Fotos 5.2). A não ser nos contentores cobertos, não é fornecida nenhuma protecção contra a entrada de chuva. Além de criarem problemas estéticos e de saúde, os meios fixos de armazenamento de resíduos são, em termos operacionais, extremamente inadequados. Os resíduos têm de ser removidos, colocando-os no chão e carregando-os em cestas ou baldes antes de serem transportados para o veículo. (Um método alternativo, que pode ser usado com camiões compactadores de carregamento traseiro devido à sua baixa altura de carregamento, será, com o apoio do ancinho, colocar os resíduos em cima de panos que são usados para os lançar na tremonha de carga do camião.) É geralmente uma tarefa desgastante, insalubre e demorada, o que limita a produtividade da força de trabalho e dos veículos. O uso contínuo de meios secundários fixos de armazenamento de resíduos não se justifica. Infelizmente, as autoridades municipais que não têm escolha quanto ao tipo de veículos que

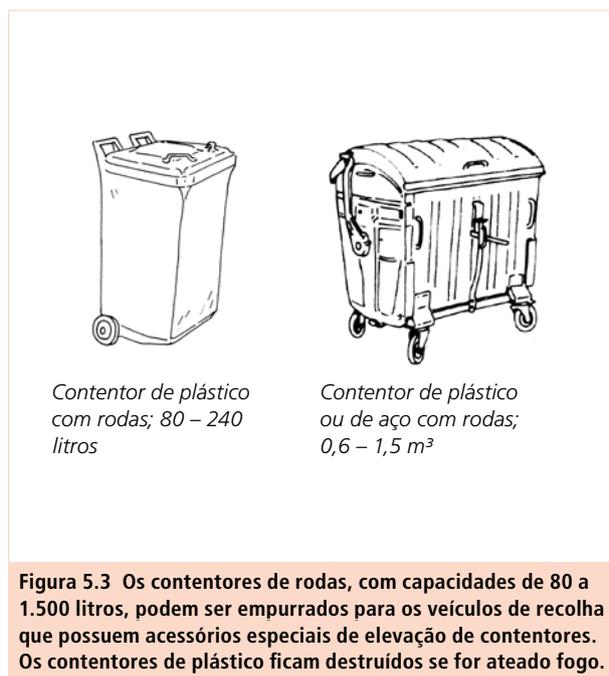
20. Os silos também são conhecidos como silos de chão.

lhes é dado e que não têm liberdade para gerir a maior parte das suas despesas podem não ter outra hipótese na situação actual a não ser continuar com este método.

São frequentemente fornecidas tampas articuladas ou deslizes, mas estas raramente são usadas como se pretendia, por vezes por serem muito altas ou muito pesadas para que as crianças operem, ou por serem consideradas sujas, pelo que nenhum usuário lhes deseja tocar. As tampas fechadas incentivam mais o despejo de resíduos perto dos contentores do que no seu interior. As aberturas das unidades de armazenamento devem estar na superfície superior para permitir o esvaziamento de baldes e contentores no recipiente. Pode ser aconselhável, em áreas de chuvas intensas, colocar contentores de armazenamento comunitário dentro de abrigos simples.

5.3.4 Contentores portáteis esvaziados in situ

Uma melhor solução, que é muito mais eficiente e higiénica e está a crescer rapidamente em popularidade, é o contentor portátil. Os tamanhos europeus padrão de contentores de duas rodas (*wheelie bins*) têm 80 a 240 litros de capacidade, e os contentores de quatro rodas são de 660, 880, 1.100 e 1.500 litros. São geralmente feitos de plástico, mas também podem ser de chapas de aço galvanizado. O conceito cobre uma grande variedade, incluindo contentores com capacidades entre 1 e 3 metros cúbicos (Figura 5.3 e Fotos 5.3). Estes contentores são esvaziados por equipamentos de elevação mecânicos instalados no camião de recolha, e depois devolvidos ao mesmo local. Um camião, na sua volta de recolha, pode esvaziar muitos desses recipientes antes de seguir para



uma estação de transferência, instalação de tratamento ou local de deposição final para descarregar.

Os contentores de rodas são geralmente equipados com tampas, tampas essas que normalmente não são usadas e ficam frequentemente danificadas. Alguns têm mecanismos que abrem a tampa quando o utilizador pressiona uma barra com o pé, mas é frequente esses mecanismos ficarem rapidamente danificados.

A maioria dos contentores deste tipo tem quatro rodas para poderem ser manobrados para os alinhar com o equipamento de elevação no camião. (Seria preciso mais tempo para manobrar o camião para o alinhar com o contentor, e poderia, em ruas congestionadas, ser impossível aproximar suficientemente o camião de um contentor que não pudesse ser movido pela equipa de recolha. Mesmo que o contentor tenha rodas, pode ser difícil transportá-lo para o camião, se estiver obstruído por carros estacionados.) Alguns conten-



a) Este contentor de rodas é difícil de mover em terrenos macios ou irregulares, especialmente quando as rodas estão danificadas porque ficam sobrecarregados com resíduos densos.



b) Este contentor não tem rodas e é recolhido por uma grua que pode chegar a contentores à beira da estrada. (Ver ponto 7.6.6)

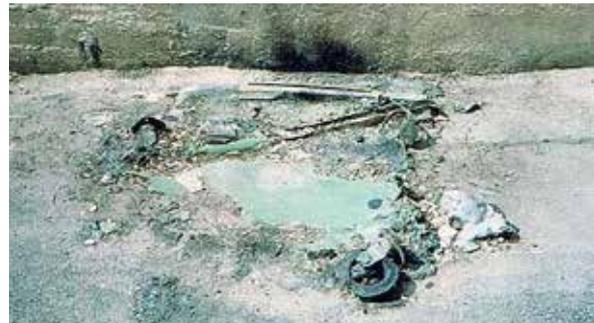
Fotos 5.3 Contentores comunitários móveis.



a) Cada contentor pertence a uma casa e apresenta o endereço dos proprietários.



b) O contentor tem uma tampa, mas não está fechada. Os contentores estacionados na rua causam problemas de trânsito.



c) Este era um contentor plástico verde de 1.100 litros até alguém ter deitado cinzas quentes para dentro dele. Ou alguém terá incendiado o seu conteúdo por não ter sido esvaziado ou por qualquer outra razão.

Fotos 5.4 Contentores com rodas.

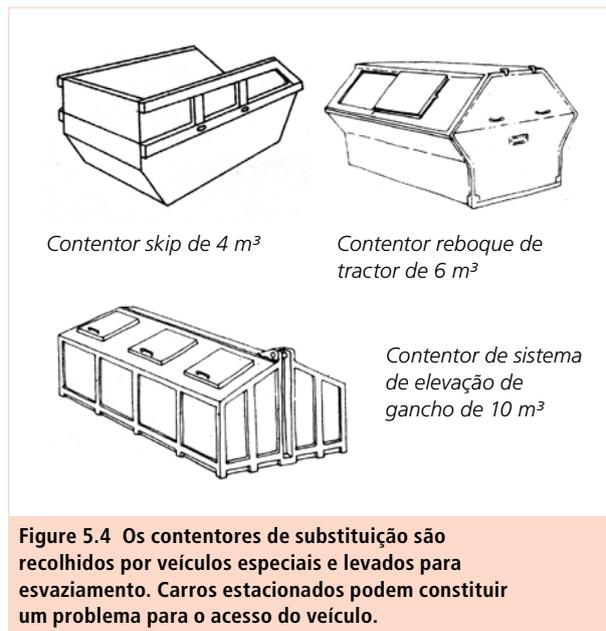
tores que são usados dessa forma têm fortes rolamentos ou “pés” sobre os quais podem ser movidos se a superfície da rua for lisa.

O sistema convencional consiste em esvaziar os contentores de rodas usando camiões compactadores que possuem equipamento de elevação na parte traseira, lateral ou frontal. (Os contentores de carregamento frontal normalmente não possuem rodas porque o motorista pode manobrar o camião para que o sistema de elevação engate no contentor onde está). Embora este sistema seja amplamente utilizado em países industrializados, pode ser muito inadequado em alguns países de rendimento médio. Um problema é o uso de camiões compactadores, que se revelaram caros e não fiáveis em muitas situações (pontos 2.3 e 7.8.1). Outro problema pode ser o terreno em que os contentores estão localizados ser mole ou irregular, ou a um nível diferente do nível da estrada. Em tais casos, pode ser muito difícil mover um contentor equipado com rodas pequenas. Essa dificuldade é agravada pela alta densidade dos resíduos em muitos países em desenvolvimento, e o efeito combinado desses dois factores pode ser o das rodas se partirem rapidamente. Qualquer observação de contentores de rodas em tais situações mostra que esse recício se justifica – os contentores rapidamente perdem as rodas, ou as rodas deixam de poder ser usadas,

sendo ainda mais danificados se forem manipulados por três homens usando alavancas. O uso de contentores com rodas danificadas implica altos custos de mão-de-obra, baixa utilização do veículo e altos custos de reposição de contentores. A verificação e manutenção regular destas rodas é uma melhor solução. No entanto, se as rodas estiverem funcionais, há o risco de os contentores serem deslocados por membros do público para locais não autorizados. Esses contentores também são usados para improvisar barricadas e barreiras de estrada durante manifestações de rua. Os contentores portáteis de pequena capacidade também são susceptíveis de serem derrubados por catadores em busca de materiais recuperáveis. A espessura da chapa de aço usada para fabricar esses contentores deve ser maior onde as densidades de resíduos forem mais elevadas, para proporcionar maior força e resistência à corrosão.

Foi demonstrada, com muito sucesso, uma solução para essas desvantagens em Gaza.²¹ Os camiões não compactadores foram equipados com gruas hidráulicas que podiam recolher e esvaziar contentores de 1 m³ (que não estavam equipados com rodas) que podiam ser localizados em qualquer lugar (mesmo em areia solta) a um raio de até 8 metros

21. Referência [Borno 2000].



da grua no camião. No entanto, este sistema não podia ser usado em ruas estreitas ou onde havia o risco de se tocar em fios de electricidade suspensos. (Ver mais informação sobre os camiões em 7.6.6)

5.3.5 Contentores de substituição

A característica comum nesta categoria de contentor de resíduos é que os contentores cheios são transportados com os resíduos dentro, para uma estação de transferência, estação de tratamento ou aterro, e esvaziados neste destino. Muitas vezes, deixa-se um contentor vazio ao lado de um contentor cheio antes de o cheio ser removido (Figura 5.4). A produtividade do veículo é maximizada, uma vez que o tempo que leva pousar um recipiente vazio e carregar um cheio é muito curto (por vezes apenas 1 minuto, se não houver obstruções, como, por exemplo, carros estacionados) e, com um mecanismo de basculação apropriado instalado no veículo, o descarregamento leva também muito pouco tempo. Por isso, o tempo de rotação total é, em grande medida, composto pelo tempo de viagem, pois o veículo vai e vem entre os locais dos contentores e o ponto de descarga. Os veículos do sistema de contentores podem fazer até cinco vezes o número de viagens de outros veículos de recolha. A necessidade de mão-de-obra é também mínima quando comparada com instalações fixas (ponto 5.3.3), desde que os contentores sejam trocados antes que o recipiente carregado transborde. A produtividade também é fortemente influenciada pela quantidade de resíduos que é transportada em cada viagem e, por vezes, esses sistemas carregam significativamente menos que as cargas máximas do veículo devido às restrições ao tamanho dos contentores e ao facto de os contentores serem geralmente recolhidos antes de ficarem cheios. A durabili-

dade e o custo de reposição dos contentores deve ser levada em consideração em qualquer cálculo de custos.

Os sistemas de contentores de substituição são usados de várias formas:

- **Como contentor comunitário para resíduos domésticos** – Residentes e lojistas levam seus resíduos para os contentores. Os sistemas de contentores de substituição vêm em diversos tamanhos, e é muito importante que se selecione um tamanho de contentor apropriado (prestando especial atenção à altura da carga), de acordo com a população a ser servida. Os recipientes de substituição convencionais são demasiado grandes para a maioria das situações, e revelar-se-iam não económicos devido às pequenas cargas transportadas. Os sistemas de contentores para resíduos contendo material biodegradável devem ser operados num horário regular, com recolha em intervalos não superiores a dois dias, para evitar problemas com insectos, roedores ou cheiros. (Este intervalo mais curto é necessário porque os resíduos colocados nos contentores podem ter sido armazenados nos domicílios por algum tempo e começado a decompor-se.)
- **Como segunda etapa num sistema de transferência** – Em pequena escala, os resíduos recolhidos em casas e lojas por pequenos veículos de recolha, como carrinhos de mão e triciclos motorizados podem ser carregados em contentores de substituição. Em grande escala, as grandes operações de transferência usam frequentemente grandes contentores, por vezes com compactação, para transportar grandes quantidades de resíduos a longas distâncias. Se o sistema for bem operado, há sempre um contentor disponível para receber resíduos da recolha primária, sem espera envolvida. O veículo que remove os contentores também pode passar pouco tempo à espera.
- **De mercados** – Os mercados geralmente produzem grandes quantidades de resíduos gerados continuamente ao longo do dia de trabalho. Grandes contentores de substituição podem ser localizados nesses mercados e esvaziados todas as noites ou mais frequentemente se necessário.
- **Para resíduos industriais e institucionais** – Muitos resíduos de indústrias e instituições não são biodegradáveis, podendo, portanto, ser recolhidos com menos frequência do que os resíduos domésticos, em horário regular ou a pedido do gerador. Os resíduos de construção e demolição e alguns resíduos industriais são muito mais densos do que os resíduos sólidos e, em tais casos, deve-se ter o cuidado de dimensionar os contentores de forma a garantir que a carga útil não seja excessiva.

Os detalhes dos vários sistemas e mecanismos de levantamento de contentores são apresentados no ponto 7.9. Existem dois sistemas básicos para carregar contentores de substituição²², e usa-se um outro sistema para reboques porta-contentores que são puxados por tractores. Alguns camiões são concebidos para recolher e transportar dois ou mais contentores. Tractores agrícolas e máquinas menores têm sido modificados para recolherem recipientes e transportarem-nos a curtas distâncias. É importante garantir-se que haja sempre espaço suficiente em volta do contentor para que o veículo que o recolhe possa aproximar-se dele a partir do ângulo correcto. Isto significa que esses sistemas de contentores não podem ser usados em áreas onde haja carros estacionados ou onde não se possa garantir o espaço de manobra necessário.

Os reboques também são usados como contentores de

substituição. Grandes reboques podem ser deixados numa estação de transferência para carregamento enquanto um camião ou tractor semi-reboque está a levar um novo reboque para o local de deposição final. Os reboques de quatro rodas que são puxados por tractores agrícolas podem ser utilizados desta forma, em mercados, estações de transferência ou como armazenamento comunitário, ou podem ser utilizados dessa forma reboques de duas rodas se forem traccionados por um tractor equipado com um gancho de engate automático. Os reboques agrícolas típicos têm grandes alturas de carga e requerem uma rampa ou um local com dois níveis para um carregamento conveniente. No entanto, reboques especiais de carga com baixa altura (Foto 7.9) podem ser fabricados localmente. Se os reboques forem deixados em locais públicos durante a noite, podem ser vandalizados ou as suas rodas podem ser roubadas.

22. Foi discutido por A. K. Sarkar [Coad, 1997] o modelo de um tipo de contentor.

Caixa 5.3

Exemplo

Um sistema inovador de contentores de substituição

Foi recentemente avançada uma proposta para apresentar um novo "reboque de recolha de contentores com basculante elevado" para uma série de cidades para a Iniciativa de Água e Saneamento do Lago Victoria do UN-HABITAT, na África Oriental. Esse reboque de contentores com basculante elevado será fabricado localmente na região do Lago Vitória e poderá recolher, transportar e descarregar tanto pequenos contentores comunitários de 4,0 m³ como recipientes de transferência com 8,0 m³ de capacidade. Os contentores comunitários de 4,0 m³ serão postos em todas as áreas residenciais e comerciais das cidades para que os moradores e lojistas possam levar para eles os seus resíduos. Serão normalmente esvaziados quando forem enchidos até 75% (com 3,0 m³ de resíduos). Os contentores de transferência de 8,0 m³ ficarão localizados nos mercados e em pontos de transferência seleccionados em todas as cidades. Os tractores de 60 cv com reboques com basculante elevado de carregamento de contentores irão recolher os recipientes de 4,0 m³ e, usando o mecanismo especial com basculante elevado, esvaziá-los directamente nos contentores de transferência de 8,0 m³ (Ver

Foto 7.23 no ponto 7.9.1). As combinações de tractor e reboque recolherão os contentores de transferência quando estiverem cheios e transportá-los-ão para o local de deposição final, onde os esvaziarão por basculação. O uso dos grandes contentores de transferência reduzirá para um terço o número de viagens para o local de deposição final.

Também é proposto incluir-se ainda um serviço de recolha primário nas áreas comerciais usando pequenos tractores chineses de duas rodas com modificações (moto-cultivadores) – Ver ponto 7.3.3) para fornecer um serviço diário às instalações comerciais e a todas as habitações preparadas para pagar por este serviço. Estes tractores e reboques de duas rodas transportarão resíduos em oito contentores de 100 a 150 litros de capacidade. Se o contentor da habitação ou loja em determinado lugar estiver quase cheio, ele será trocado por um contentor vazio do reboque, e os contentores que estiverem apenas parcialmente preenchidos serão esvaziados num dos contentores do reboque. Quando todos os contentores do reboque estiverem cheios, serão esvaziados no contentor de transferência mais próximo. O reboque tem uma base plana na qual o condutor e o varredor no ponto do contentor ficam de pé enquanto esvaziam os recipientes nos contentores de paredes elevadas.

Resumo

- Um contentor de armazenamento é uma peça de equipamento simples, mas é necessário que se reflecta consideravelmente para conceber um que sirva bem os cidadãos e permita um bom método de carregamento de resíduos no veículo de recolha.
- O método utilizado para carregar resíduos num veículo de recolha deve ser seguro, higiénico, ordenado e eficiente.
- Os recipientes para uso doméstico podem, muitas vezes, ser levantados e esvaziados manualmente no veículo de recolha, mas melhores sistemas para armazenamento comunitário esvaziam os contentores mecanicamente no ponto de recolha ou trocam recipientes vazios por recipientes cheios.

6.1 AS TAREFAS

A gestão de resíduos sólidos urbanos inclui a varredura de rua, o esvaziamento de caixotes do lixo e, por vezes, a limpeza de drenos abertos e a capinagem. Nos países em desenvolvimento, as ruas são quase invariavelmente varridas manualmente, embora algumas cidades tenham tentado usar máquinas de varredura, muitas vezes sem muito sucesso devido a inadequadas superfícies de estrada e obstruções causadas por veículos estacionados.

6.1.1 Características dos resíduos de rua e drenos

Os resíduos de rua são por vezes chamados de resíduos comportamentais, porque a sua natureza e quantidade dependem muito do comportamento dos indivíduos. As atitudes para com o lixo no chão (o lançamento de resíduos na rua ou no chão em espaços abertos) variam muito de um lugar para outro. Em algumas culturas, é aceitável lançar resíduos na rua. Observações simples ilustram as diferenças: num país, um especialista sénior em meio ambiente foi visto a atirar embalagens de resíduos da janela de um carro, mas, noutro país, os cidadãos comuns apanham o lixo que se encontra na rua ou dizem à pessoa que o deixou cair para o apanhar. Em Singapura, por exemplo, onde há uma aplicação rigorosa das leis anti-lixo, até mesmo se vêem motocicletas equipadas com cinzeiros com tampas. Em alguns países, é considerado um dever normal dos donos de cães recolher as fezes dos seus cães, e há sistemas higiénicos para o fazer. Portanto, um aspecto importante da gestão dos resíduos de rua é educar e motivar o público a não deixar artigos ou materiais indesejados em locais públicos, mas sim colocá-los em contentores de rua ou conservá-los até serem descartados de maneira aceitável.

Os resíduos de rua podem conter proporções significativas de resíduos domésticos se o sistema de recolha de resíduos domésticos for inadequado ou não for utilizado correctamente. Nesses casos, os resíduos domésticos podem ser simplesmente despejados na rua e, mais tarde, varridos e recolhidos por cantoneiros de limpeza. É muito mais caro recolher resíduos domésticos e comerciais desta forma do que recolher resíduos que estejam em caixas ou sacos. Sacos de plástico que são deixados na rua podem ser abertos por gatos ou cães, e assim o seu conteúdo é espalhado na rua. Os catadores de lixo que procuram encontrar nos resíduos artigos que possam ser reciclados deixam frequentemente

resíduos indesejados espalhados perto dos pontos de armazenamento. Os custos da recolha de resíduos e da limpeza das ruas devem ser considerados conjuntamente para se garantir que as despesas poupadas no serviço de recolha de resíduos não causem despesas adicionais muito elevadas na limpeza das ruas.

Os resíduos de rua geralmente consistem em:

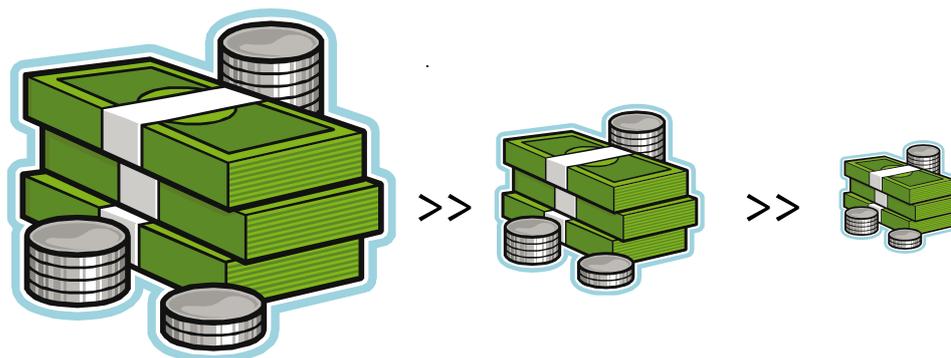
- areia, silte e argila soprados pelo vento ou dispersos de reparações de estradas e locais de construção e outros materiais abrasivos da superfície da estrada e das rodas dos veículos,
- lixo e outros resíduos depositados por pedestres e moradores,
- folhas e outra vegetação,
- cargas derramadas e detritos de acidentes de viaturas,
- lamas e resíduos escavados de drenos,
- excrementos de animais, e
- pequenas quantidades de resíduos comerciais.

Os resíduos de drenos geralmente são húmidos e podem consistir principalmente de areia e silte, e são muito mais densos do que outros resíduos sólidos. Se os drenos transportarem resíduos sanitários, o silte escavado pode ter um cheiro desagradável e atrair moscas.

É lamentável que muitas pessoas considerem os drenos como locais apropriados para resíduos sólidos. De facto, os drenos são os piores lugares para os resíduos sólidos. Plástico, terra e material orgânico nos drenos combinam-se para formar sólidas obstruções ao fluxo de água, e estas são particularmente problemáticas em canos e secções cobertas onde o acesso é difícil. Os drenos bloqueados incentivam a criação de mosquitos e causam inundações. O papel e os resíduos biodegradáveis nos drenos perdem a sua força e coesão e, portanto, são difíceis de remover. A profundidade de alguns drenos torna o processo de limpeza lento, difícil e, inclusivamente, perigoso.

6.1.2 Métodos de recolha de resíduos de rua

Os resíduos de rua são normalmente recolhidos por varredura manual em pequenos montes que são então carregados manualmente em carrinhos de mão ou carrinhos de limpeza urbana. A queima de lixo nas ruas deve ser estritamente proibida por razões de saúde pública. Os resíduos de rua que não são recolhidos podem seguir para os drenos. É mais



Recolher uma tonelada (peso seco) de resíduos sólidos de um dreno ou canal **é muito mais caro do que**

recolher uma tonelada de resíduos de rua, o que, por sua vez, **é muito mais caro do que**

esvaziar contentores com uma tonelada de resíduos directamente nos camiões de recolha

Figura 6.1 Comparação de custos de recolha de uma tonelada de resíduos de contentores de uso doméstico, de ruas e de drenos.

caro recolher resíduos de drenos do que varrê-los na rua.

As actividades de varredura de rua devem incluir a varredura à volta de pontos de transferência e de contentores de rua antes da chegada dos veículos de recolha. Isso pode exigir uma programação cuidadosa das diferentes actividades. Normalmente, as equipas de varredura de rua consistem em um ou dois homens ou mulheres.

Geralmente, as ruas precisam de ser varridas apenas nos lados, porque o movimento do tráfego mantém a sua secção central livre de resíduos.

Os resíduos contidos em caixotes de lixo de rua incluem plástico e papel, latas e garrafas de bebidas, alguns resíduos orgânicos e, frequentemente, resíduos domésticos. Dependendo do número e espaçamento dos caixotes de lixo de rua e da frequência de varredura, podem ser esvaziados pelos cantoneiros de limpeza como parte das suas rondas de varredura ou podem ter um serviço de recolha separado.

Em muitas cidades, a varredura das ruas é combinada com a recolha manual de resíduos domésticos e comerciais. Nestes casos, a maior parte do tempo pode ser dedicada a varrer a rua, mas a maioria dos resíduos é recolhida de casas e lojas e, portanto, os meios utilizados para transportar os resíduos (geralmente um carrinho de mão) devem ser maiores, sendo necessárias viagens mais frequentes para o ponto de esvaziamento.

Os cantoneiros de limpeza e os que fazem a recolha dos caixotes de lixo de rua esvaziam as suas cargas nos contentores de resíduos comunitários ou levam-nas para pontos de transferência, de acordo com o sistema de recolha de resíduos na cidade. É essencial que estejam definidos locais de estacionamento seguros para os carrinhos de cantoneiros de limpeza, de modo a evitarem-se longos percursos no início e no final do turno e para maximizar a produtividade do trabalho.

6.1.3 Lavagem de ruas e limpeza de drenos

Em algumas cidades, as ruas são lavadas, o que é feito por camiões-tanque usando fluxos de água relativamente elevados e destina-se a remover a poeira e excrementos de animais. É uma prática que não só requer volumes significativos de água, mas também pode sobrecarregar os sumidouros²³ com sólidos (se não forem limpos muito regularmente), e as superfícies das ruas devem ter boas inclinações para os drenos, sem depressões que possam causar acumulações de água. Em algumas cidades em climas secos, onde as ruas não têm drenos, são por vezes burrifadas com água para se controlar a poeira, mas o benefício é pouco duradouro.

Os drenos abertos são de várias formas e tamanhos. Alguns, que são utilizados para águas negras domésticas²⁴, podem ter menos de 15 cm de largura. Noutros locais, os drenos de águas pluviais são grandes canais rectangulares ou trapezoidais que podem ter mais de 2 m de largura. Alguns drenos de rua têm menos de 50 cm de largura, mas mais de um metro de profundidade. Uns são cobertos com lajes removíveis, outros são abertos. As ferramentas manuais que são fornecidas para limpeza de drenos devem ser moldadas de acordo com o perfil da parte inferior destes. Alguns drenos de águas pluviais também servem para levar água de rega a árvores nas bermas das estradas. Há ainda os que estão equipados com crivos para reter resíduos sólidos que estejam a flutuar na água de drenagem; esses crivos devem ser limpos regularmente para evitar inundações locais.

23. Os sumidouros, instalados à superfície, encaminham a água drenada da rua para drenos de águas subterrâneas. A água escoada da rua através do sumidouro para o tubo subterrâneo ou esgoto, depositando os sólidos no sumidouro para que os drenos não fiquem entupidos. Como consequência, os sumidouros ficam cheios de limo e detritos e devem ser limpos regularmente.

24. As águas brancas são as águas residuais das cozinhas e casas de banho (mas não das retretes) que contêm relativamente poucos sólidos em suspensão.

Os drenos pequenos podem ser limpos regularmente ao limpar-se a rua adjacente. A limpeza de grandes drenos de águas pluviais é geralmente uma operação separada, realizada uma ou duas vezes por ano por equipas de dois a dez homens com camiões basculantes convencionais para transportar os resíduos, eventualmente até usando pás carregadoras para carregar os resíduos nos camiões. Por vezes, os resíduos escavados são deixados ao lado da estrada para secarem antes de serem removidos. Dependendo do clima local e das estações chuvosas, a limpeza dos drenos pode ocorrer apenas em curtos períodos do ano, podendo ser rentável alugar camiões, ferramentas e até contratar mão-de-obra para esta actividade.

6.1.4 Participação pública

Em algumas cidades, os residentes são solicitados ou obrigados a varrer a área para pedestres ou a rua em frente às suas casas. Nesses casos, é importante garantir-se que não varrem

o lixo para os drenos. Algumas cidades têm dias de limpeza semanais ou mensais, em que todos os cidadãos devem limpar as ruas e áreas abertas nos seus bairros. Tais limpezas periódicas são necessárias em áreas onde os serviços de varredura e recolha de resíduos são inadequados, mas essa forma de participação pública também pode ser usada estrategicamente para mobilizar as comunidades, motivá-las a cooperar com o sistema de recolha de resíduos e desenvolver um maior sentido de responsabilidade para manter limpos os seus bairros. Quando os residentes vêem os benefícios que uma acção combinada pode trazer para as suas comunidades, podem ficar motivados para fazer outras melhorias, como, por exemplo, melhorar as superfícies das estradas ou plantar árvores.

As limpezas de emergência do tipo descrito na Caixa 6.1 são organizadas quando há uma grande falha no sistema de gestão de resíduos sólidos e requerem uma afectação de recursos para além dos que podem ser fornecidos por participação pública.

Caixa 6.1

Informação adicional

Limpezas gerais de emergência

Existe a tendência de as autoridades locais operarem os seus serviços de gestão de resíduos num sistema de gestão de crises. Devido à falta de recursos e à dependência de equipamento obsoleto, o sistema deteriora-se a ponto de os serviços de recolha se desintegrarem e haver acumulação de resíduos na cidade, seguida eventualmente de um surto de doença. Isso leva à intervenção do governo com a provisão de um lote de camiões novos e a injeção de fundos para uma limpeza geral de emergência. O resultado é, inevitavelmente, um novo sistema de gestão de resíduos que é ineficiente e insustentável, como explica o próximo parágrafo.

O equipamento fornecido destina-se a resolver a crise imediata com uma limpeza geral de emergência, em vez do desafio a mais longo prazo de garantir um sistema de gestão de resíduos sustentável. Consequentemente, não é incomum descobrir-se terem sido fornecidos grandes camiões e pás carregadoras para lidar com os problemas imediatos de montes de resíduos ao redor de uma cidade, quando a necessidade de longo prazo é de veículos de recolha menores e, eventualmente, um sistema de transferência. Após a limpeza geral, é então projectado o sistema de recolha de longo prazo para fazer uso dos veículos inapropriados que foram fornecidos para essa limpeza mas que não são adequados para um sistema apropriado de recolha de longo prazo. Vai-se assim perpetuando um sistema ineficiente.

Portanto, é altamente recomendável que, se for necessária uma limpeza geral de emergência, ela seja feita alugando equipamento e subcontratando mão-de-obra para que a autoridade local possa concentrar os seus recursos nas necessidades de longo prazo. O equipamento deve ser fornecido por fases, ao longo de alguns anos, de modo que, por sua vez, ele se torne obsoleto de uma forma faseada, com pequenos orçamentos anuais regulares para a sua substituição, em vez de se repetir o ciclo de desenvolvimento de uma situação de emergência de poucos em poucos anos.

As limpezas gerais de emergência desta escala podem ser implementadas em preparação de um novo sistema, por exemplo quando um novo operador do sector privado assume o controlo.

6.2 GESTÃO DA VARREDURA DE RUAS

6.2.1 Eficiência

Embora o tipo de tecnologia empregue na varredura de ruas não seja sofisticado, vale a pena gerir esta operação de forma bem pensada devido à dimensão da força de trabalho que requer. O volume de trabalho atribuído a um varredor ou a uma equipa pode ser definido como uma área ou um comprimento de rua. Geralmente, o movimento do tráfego mantém o centro das ruas limpo, sendo apenas necessário varrer os lados das ruas e as passadeiras para peões. É aconselhável que, de tempos em tempos, se controle esta alocação de trabalho para ver se a quantidade de trabalho que se espera dos trabalhadores é razoável - nem demasiada nem muito pequena. É também útil rever-se o tempo que os cantoneiros de limpeza passam esperando para iniciar ou largar o trabalho, e caminhar de e para os seus cantões (os lugares onde trabalham), porque uma espera ou uma caminhada excessivas têm significativo impacto na produtividade e, portanto, no tamanho da força de trabalho ou da área que é limpa. Se os cantoneiros de limpeza trabalham aos pares - um a varrer e o outro a empurrar e talvez a carregar um carrinho de mão - é útil observar-se como o trabalho está dividido entre eles e se o arranjo é eficiente. Também é aconselhável que se reveja a adequação e o estado em que se encontram as ferramentas (ponto 6.3.2) e os carrinhos de mão.

Muitas vezes, os cantoneiros de limpeza têm que improvisar as suas próprias ferramentas para carregar as varreduras nos seus carrinhos. Para carregar os resíduos que recolheram num contentor, eles podem ser obrigados a deitar os

resíduos no chão antes de os apanhar novamente. Esta prática desperdiçadora e anti-higiénica pode ser evitada com o uso de carrinhos que transportem dois ou três caixotes de lixo que possam ser retirados do carrinho e encaminhados directamente para o contentor. Como a varredura de ruas e a limpeza de drenos podem representar uma parte bastante elevada da mão-de-obra municipal, para minimizar esses custos é essencial que os trabalhadores estejam equipados com ferramentas manuais e carrinhos de mão (carrinhos de limpeza urbana) eficientes. Acontece porém, frequentemente, ter havido pouca reflexão sobre o modelo deste equipamento (ponto 6.3.2).

6.2.2 Segurança

A varredura de ruas movimentadas é uma ocupação perigosa porque é frequente os cantoneiros de limpeza terem de trabalhar perto de tráfego muito movimentado. Este é um perigo particular quando os cantoneiros de limpeza estão a varrer perto da divisão central de ruas de via dupla ou ruas divididas. Deve haver sinais de aviso claros para alertar os motoristas de que há cantoneiros de limpeza a operar na área – pode ser usado um veículo ou carrinho de mão com um grande sinal de aviso – e os próprios cantoneiros de limpeza devem usar casacos ou coletes brilhantes ou reflectores. Se os cantoneiros de limpeza estiverem a trabalhar durante a noite, devem ser tomadas todas as precauções possíveis para os proteger contra acidentes de trânsito.

6.2.3 Flexibilidade

Quer as ruas sejam limpas por uma força de trabalho do governo local ou pelo sector privado, deve haver um mecanismo para fornecer trabalhadores extras para limpar cargas adicionais de resíduos de rua que possam surgir devido a ventos fortes, festivais e eventos desportivos, ou efeitos sazonais, como inundações e queda de folhas ou outros detritos vegetais.

6.3 MÁQUINAS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTO

6.3.1 Máquinas de varrer

A varredura de rua mecanizada só deve ser considerada para situações em que existam ruas uniformes e bem pavimentadas, sem carros estacionados ou outros veículos que obstruam os veículos de varredura de rua. A varredura mecânica de rua só deve ser usada nas ruas com superfícies de betão ou de asfalto, pois as escovas das máquinas de varredura danificarão rapidamente uma estrada não revestida. A maioria das máquinas de varredura de rua são

projectadas para varrer de encontro a lancis, portanto, se não houver lancis na borda da estrada, as máquinas não serão tão eficazes. As escovas nas máquinas de varredura devem ser substituídas com muita frequência, e, como as máquinas são complexas não é pouco frequente verem-se máquinas com menos de um ano que não são usadas devido a problemas de manutenção.

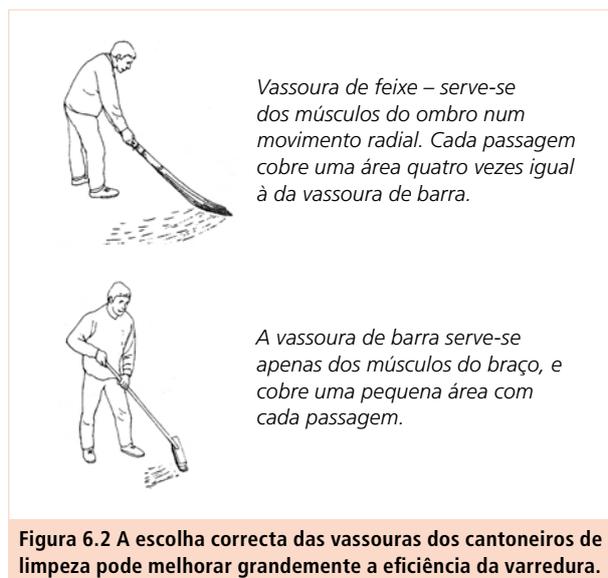
Há também pequenas máquinas de varredura que são operadas por uma pessoa caminhando atrás delas para que possam ser usadas em áreas para peões. Podem ser incomodativas em lugares lotados. Mesmo em países industrializados onde os custos salariais são altos, reconhece-se que devem ser usados métodos manuais em conjunto com máquinas, pois, em determinadas situações, nada substitui a recolha manual de resíduos e um trabalhador com uma vassoura.

6.3.2 Ferramentas manuais

Descrevem-se aqui as diferentes ferramentas manuais necessárias para as várias actividades. Em muitos casos, podem ser feitas localmente, adaptando ferramentas e equipamentos prontamente disponíveis, mas são frequentemente utilizadas vassouras, pás, forquilhas e outros equipamentos inadequados de uso geral. É muito raro que se faça a devida reflexão sobre as ferramentas manuais utilizadas pelos cantoneiros de limpeza, em particular as vassouras e as ferramentas de limpeza de drenos. Ao seleccionar ou projectar ferramentas, é importante considerar-se o tipo de resíduos a serem recolhidos – em particular a sua densidade e o tamanho das partículas – e as superfícies a partir das quais os resíduos irão ser recolhidos – se as superfícies são pavimentadas ou não pavimentadas ou cobertas de relva, e a forma, tamanho e profundidade dos drenos abertos.

Não é invulgar verem-se cantoneiros de limpeza nos países em desenvolvimento usando vassouras domésticas padrão ou vassouras mal projectadas localmente sem pensar na eficiência de trabalho da varredura e na conveniência ou ergonomia da tarefa. Existem dois tipos básicos de vassoura que são usados para varrer superfícies horizontais – a vassoura em que as cerdas são encaixadas numa barra horizontal presa a uma extremidade de um cabo de vassoura, e a vassoura em que é amarrado um feixe de fibras. Ambos os tipos são ilustrados na Figura 6.2.

Vale a pena pegar numa vassoura e considerar a acção de varredura. Uma vassoura de barra típica doméstica tem uma barra de cerca de 30 cm de largura, embora haja vassouras que tenham até 60 cm de largura, ou mais. (Essas vassouras mais largas geralmente devem ser reforçadas por meio de fixadores de metal entre a vassoura e a barra.) A acção de



varredura com esta vassoura serve-se dos músculos do braço para dar uma passagem de varredura de cerca de 50 cm. Assim, cada passagem com uma vassoura pequena varre uma área de cerca de 0,15 m² e a vassoura de varredor de 60 cm de largura cobre possivelmente duas vezes essa área, ou seja 0,3 m² por passagem, mas requer do braço muita força. É possível exercer-se uma força descendente na vassoura para esfregar depósitos pesados ou aderentes de superfícies duras. (Por vezes, os cantoneiros de limpeza recebem lâminas raspadoras metálicas para este propósito²⁵.) As cerdas macias podem ser usadas para recolha de poeiras, e as cerdas rígidas para desalojar e mover matérias aderentes e densas.

Em contrapartida, a vassoura de feixe é usada numa acção circular. Há vassouras de feixe de dois tipos: umas consistem apenas no feixe de fibras, as outras têm um cabo em torno do qual estão presas as fibras, frequentemente inclinadas para fora para que a secção transversal de lado a lado das fibras seja relativamente ampla. Vassouras de feixe (com ou sem cabo) compridas servem-se dos músculos do ombro e, normalmente, cada passagem cobre uma área de 40 cm x 2,2 m, ou seja, quase seis vezes a área de cada passagem com a vassoura de cabo pequena e três vezes a área coberta pela vassoura de barra ampla. Além disso, os músculos do ombro são muito mais fortes do que os músculos do braço e a vassoura é mais leve, podendo então manter-se esta acção de varredura por períodos mais longos. É, assim, um método muito mais eficiente de varredura de rua. Este tipo de vassoura é especialmente adequado para materiais leves, como papel e latas de bebidas em superfícies arenosas, onde não se pretenda recolher a areia. No entanto, as vassouras de feixe

que não tenham cabo exigem que o utilizador se incline para baixo, o que provoca tensão nas costas e faz baixar a cabeça, de modo que o usuário respira mais poeira do que se ficar de pé. As vassouras de feixe são muito mais baratas que as vassouras de barra, mesmo considerando o seu tempo de vida mais curto.

A Figura 6.3 apresenta outros equipamentos, incluindo pás, forquilha especiais e limpa-drenos que são comumente usados para varredura de rua e limpeza de drenos. A forquilha para resíduos tem dentes externos elevados para evitar que os resíduos se desprendam, e uma esfera soldada no fim de cada dente para evitar que perfure sacos plásticos, latas, etc., que, assim, ficam presos ao dente. Uma ferramenta semelhante à forquilha limpa-drenos, mas geralmente com apenas dois dentes, é usada para puxar grandes quantidades de resíduos para cestas para os carregar em contentores ou camiões. As ferramentas fornecidas a cada varredor devem ser cuidadosamente seleccionadas de acordo com o tipo de trabalho que o varredor tem de fazer. Além disso, cada varredor deve ser equipado com um meio de recolha de resíduos para os carregar no seu carrinho - são frequentemente usadas duas placas pequenas ou uma pá de cabo vertical. A pá ilustrada na Figura 6.3 é usada nas Filipinas, sendo feita localmente a partir de latas de óleo de aço achatadas de 5 litros, com rolamentos de esferas usados para as rodas.

Recomenda-se que seja feito um ensaio de tipos alternativos de vassoura e outras ferramentas em cada cidade, utilizando ferramentas fabricadas localmente sempre que possível. No entanto, deve-se reconhecer que os cantoneiros de limpeza que tiverem usado um tipo particular de vassoura durante toda a vida terão desenvolvido músculos do braço adaptados a esse tipo de vassoura, podendo inicialmente mostrar alguma preferência pelo tipo a que se acostumaram; pode ser, então, útil prosseguir o ensaio por alguns meses. O tipo de superfície a varrer e os resultados que se pretende

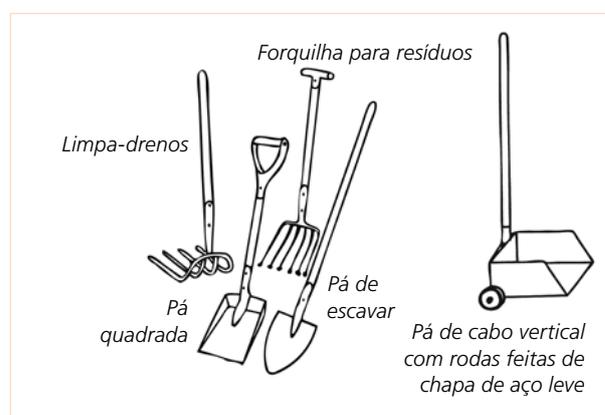


Figura 6.3 Equipamento utilizado por cantoneiros de limpeza e cantoneiros de recolha.

25. As ferramentas entregues a varredores em Mumbai foram discutidas por S A Bargir no Capítulo A-1 de [Coad, 1997].

Caixa 6.2

Exemplo

Pensando em vassouras de feixe

Na cidade de Faisalabad, no Paquistão, por exemplo, as vassouras de feixe são feitas de juncos cultivados localmente e cada varredor recebe a sua vassoura directamente do fabricante, que ajusta o comprimento, a espessura e o ângulo da extremidade de varredura para a adequar a cada pessoa. Esta é a operação de varredura que estudámos que se considera mais eficiente. Também interessante é o facto de a cidade de Paris, em França, estar agora a varrer as ruas com uma versão plástica da antiga vassoura de feixe, sistema a que voltou depois de ter usado vassouras de barra por muitos anos. (Fotos 6.1)

alcançar também devem ser considerados.

Se se desejar um elevado padrão de limpeza em locais superlotados, pode ser necessário empregar apanhadores de resíduos que recolham os resíduos individualmente e os coloquem num saco. Muitas vezes, são usadas pinças para que os resíduos possam ser retirados do chão sem flexão. Caso contrário, podem ser consideradas luvas, desde que possam ser usadas confortavelmente o dia todo e não causem dificuldades em pegar pequenos itens.

Um pouco de atenção às ferramentas utilizadas pelos cantoneiros de limpeza pode duplicar ou mesmo triplicar a eficiência. As ferramentas de limpeza de drenos devem ser apropriadas para o manuseamento de material húmido, fino e denso e devem adequar-se à largura e ao perfil inferior dos drenos. Também deve ser considerada a reparação ou substituição de ferramentas desgastadas, danificadas ou perdidas. Foi prática de alguns provedores de serviços privados na Índia exigir que os funcionários comprassem ferramentas de substituição com o seu próprio dinheiro, e, embora isso os encorajasse a cuidar dos seus instrumentos, foi um fardo financeiro adicional para os que auferiam pouco, e o resultado foi, provavelmente, eles usarem equipamento desgastado impróprio e ineficiente. Por outro lado, se houver possibilidade de fazer substituições, os trabalhadores podem vender as suas ferramentas para aumentar os seus rendimentos. Um compromisso razoável é exigir que as ferramentas desgastadas sejam entregues antes de se distribuírem substituições ou fornecer e pedir diariamente o retorno das ferramentas.

6.3.3 Carrinhos de mão

Carrinhos de mão ou carrinhos de limpeza urbana mal projectados ou mal mantidos resultam em baixa produtividade da força de trabalho e, conseqüentemente, em excessivas necessidades de mão-de-obra. A Figura 6.4 apresenta três modelos.

A capacidade que um carrinho de mão deve ter depende

do volume e da densidade dos resíduos que são recolhidos num turno e da distância ao ponto de descarregamento. O tempo gasto em viagens improdutivas deve ser minimizado. Se os contentores do carrinho de mão forem esvaziados em contentores comunitários que fiquem localizados em curtos intervalos, pode não ser necessário transportar os resíduos recolhidos a grandes distâncias, sendo aceitáveis carrinhos pequenos. Devem ser usados contentores mais pequenos se os resíduos forem principalmente material arenoso denso, para não ser difícil levantar os contentores para os esvaziar.

São muitos factores a considerar ao conceber-se um carrinho de mão²⁶, entre eles:

- **Rodas** – diâmetro, largura, rolamentos e superfície de rolamento. São necessários rolamentos de esferas e pneus pneumáticos para cargas pesadas, mas os furos podem ser um sério problema. O modelo da roda depende não apenas do peso transportado, mas também da superfície da rua. A Figura 6.5 ilustra uma maneira simples de fazer rodas de carrinhos de mão usando como pneu o talão de um pneu de camião usado. Os carros podem ter uma, duas, três ou quatro rodas.
- **Peso e durabilidade** – é fácil conceber um carrinho muito pesado, mas o custo e a conveniência exigem que o peso seja o mínimo que não sacrifique a durabilidade. Os contentores que carrega devem ser duráveis ou de substituição económica.
- **Manobrabilidade** – (importante em vias estreitas e áreas congestionadas) – estabilidade e facilidade de estacionamento (de modo que não se mova quando fica sem vigilância).
- **Ergonomia e conveniência de operação** – em particular peso conveniente para manuseamento evitando inclinação, mínima necessidade de força de elevação a ser fornecida pelo operador e facilidade de remoção dos contentores. O carrinho de mão à esquerda na Figura 6.4

26. Para mais informação sobre o desenho de carrinhos de mão, consulte as referências [Rouse e Ali, 2002] e [Hathway, 1985].

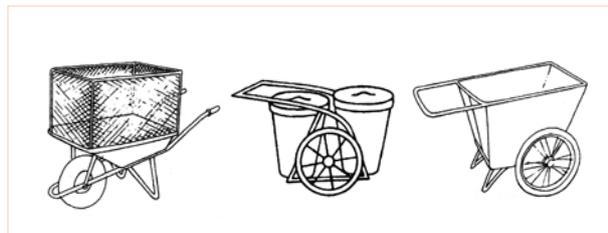


Figura 6.4 Há muitos tipos de carrinhos de mão para cantoneiros de limpeza que podem ser fabricados localmente. (Cada um destes modelos tem desvantagens e vantagens)

requer uma força de elevação considerável se carregado com demasiado peso, e é muito instável com cargas elevadas. É, no entanto, de baixo custo. Os contentores (como no carrinho ao centro na Figura 6.3) permitem uma transferência rápida e higiénica dos resíduos recolhidos. A capacidade do carrinho deve ser suficiente para que não sejam desperdiçados tempo e esforços em viagens frequentes para esvaziar o carrinho. Numa cidade indiana, algumas das mulheres que faziam a recolha de resíduos ficaram com deformações permanentes por terem que se inclinar para baixo ao empurrar carrinhos de mão pesados com rodas muito pequenas e inadequados para as deficientes condições da estrada. O homem que concebeu esses carrinhos devia empurrar um por várias horas antes de ser obrigado a redesenhá-los. (Foto 6.1.b)

- **Prevenção de roubos** – os carrinhos de cantoneiros de limpeza são muitas vezes deixados em áreas públicas; nesses casos, deve prevenir-se o roubo (em particular de contentores, os quais podem ser roubados para reciclagem ou outros fins).

A manutenção dos carrinhos de mão é importante, tanto para garantir a sua eficiência operacional como para projectar uma boa imagem pública do serviço de gestão de resíduos sólidos.

Os carrinhos de mão devem ser equipados com ganchos, e, eventualmente, uma caixa, para que as ferramentas possam ser transportadas de forma conveniente e segura.

6.3.4 Caixotes do lixo

Caixotes do lixo de pequenas dimensões podem ser colocados em intervalos regulares nas ruas onde há muitos pedestres e onde não há contentores comunitários para que

os transeuntes possam colocar itens indesejados. Podem ter pouco impacto, a menos que sejam acompanhados por legislação, execução e educação pública contra o lixo no chão. Se uma área é mantida limpa, os pedestres podem ficar relutantes em ser a primeira pessoa a deixar lixo no chão, mas, se já houver lixo espalhado numa área pública, as pessoas podem achar normal aí pôr mais resíduos. O espaçamento entre caixotes do lixo e a frequência com que são esvaziados podem ser determinados por observação e experiência.

Podem parecer uma tarefa fácil projectar e fabricar um caixote do lixo de pequenas dimensões, mas muitos projectos existentes revelam fraquezas. É essencial que se faça a manutenção e substituição dos caixotes de lixo devido a vandalismo, incêndios, corrosão e outros riscos. Um bom caixote do lixo de pequenas dimensões tem as seguintes características:



a) Carrinhos de cantoneiros de limpeza



b) Carrinho mal concebido (ver também ponto 7.3.1)



c) Varredor de Paris



d) Varredor de Faisalabad com uma vassoura (Caixa 6.2)

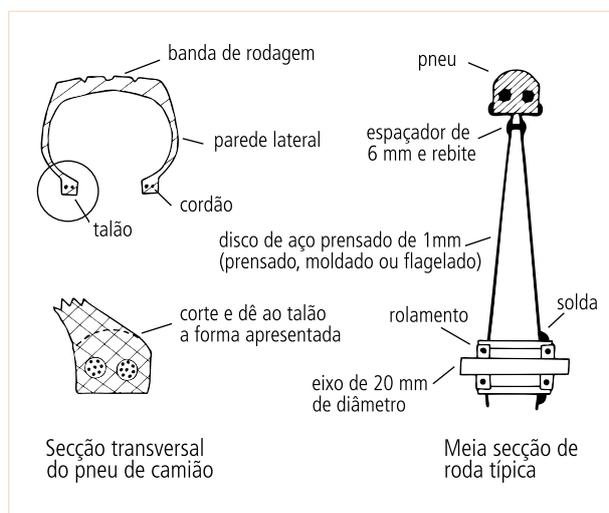


Figura 6.5 Um pneu de carrinho de mão simples feito a partir do talão de um pneu de camião usado.

Fotos 6.1 Varredura de ruas.

- **Aparência** – Deve ser bem cuidado, limpo e fácil de ver, e não se deve poder confundi-lo com uma caixa do correio! Existem alguns modelos atractivos em parques públicos feitos com forma de animais – é particularmente adequada a forma de um sapo. Os caixotes de lixo podem ser patrocinados por empresas locais, que podem exibir os seus nomes e logotipos de maneira acordada. Apresentam frequentemente slogans motivando a usá-los e a manter as ruas limpas. Algumas autoridades exigem superfícies que dificultem a cobertura dos caixotes de lixo com cartazes publicitários não autorizados e graffiti.
- **Vento e chuva** – O vento não deve poder espalhar materiais leves que tenham sido depositados no caixote do lixo, e, em muitos climas, pode ser aconselhável ter-se uma cobertura que proteja da chuva. Alguns caixotes do lixo têm cestas de arame ou furos na base para que os líquidos possam escorrer. Não devem permitir a entrada de cães e gatos.
- **Fogo** – Cigarros deitados fora podem causar incêndios se caírem em papel seco. Se este for um problema comum, não são adequados caixotes de lixo de plástico.
- **Esvaziamento** – É comum verem-se trabalhadores a esvaziar contentores metendo neles as mãos e retirando os resíduos. Isso acarreta um nível de risco muito elevado e, portanto, será conveniente esvaziarem-se os caixotes do lixo de pequenas dimensões sem entrar em contacto com os resíduos. Uma opção é instalarem-se caixotes do lixo que sejam articulados sobre um eixo horizontal para que se inclinem para esvaziar. Devem ser concebidos de forma a haver espaço por baixo para um contentor receber os resíduos e de modo que a parte superior do contentor não fique muito acima do solo. Outra opção é usarem-se caixotes do lixo com cestas internas ou contentores que possam ser levantados para esvaziar. Essas cestas internas são passíveis de roubo se não estiverem trancadas no seu lugar.

Já foram usados caixotes do lixo de pequenas dimensões para ocultar bombas de terroristas. Nas situações em que tais acções constituem uma preocupação, os caixotes de lixo de pequenas dimensões devem ser substituídos por sacos plásticos transparentes.



Foto 6.2 Caixote do lixo de pequenas dimensões giratório que pode ser esvaziado por inclinação.

ESVAZIAMENTO DE CAIXOTE DO LIXO DE PEQUENAS DIMENSÕES

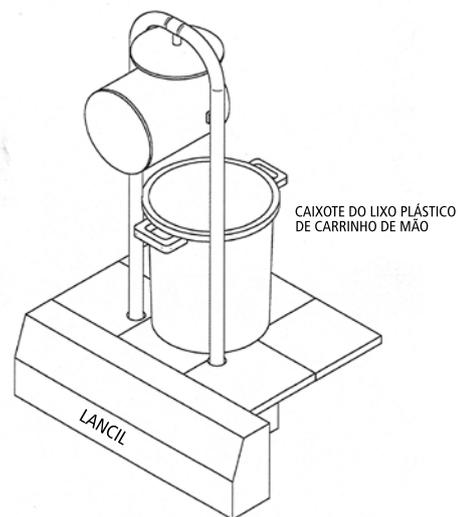


Figura 6.6 Esvaziando um caixote do lixo de pequenas dimensões giratório.

Resumo

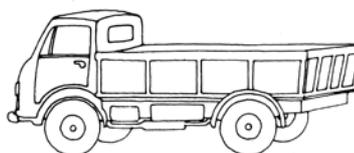
- Os drenos são os piores lugares do mundo para resíduos sólidos devido ao custo de os remover.
- Se os resíduos domésticos forem mal geridos, tornam-se resíduos de rua.
- Sem uma boa gestão e instrumentos apropriados que sejam mantidos em boas condições, a varredura de rua pode tornar-se muito ineficiente.
- O comportamento público tem uma grande importância nas necessidades de varredura de ruas.

Este longo capítulo contém muitas informações práticas sobre a ampla gama de combinações de veículos que se usam na recolha de resíduos. Primeiro (ponto 7.1), passam-se em revista os factores gerais que devem ser considerados ao seleccionar os tipos de veículos. Em 7.2 discute-se a selecção

do tamanho apropriado da carroçaria; de 7.3 a 7.9 faz-se uma análise e comparação dos diferentes tipos de veículos que podem ser usados para recolha de resíduos sólidos, muitos dos quais podem ser vistos na Figura 7.1, e em 7.10 apresenta-se um breve resumo.



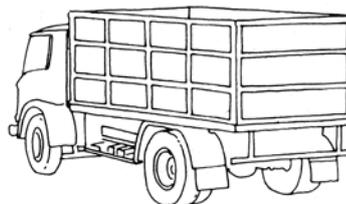
Carrinho – força humana



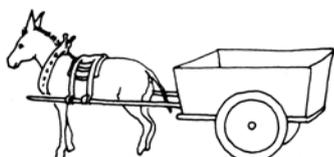
Camião de caixa aberta standard



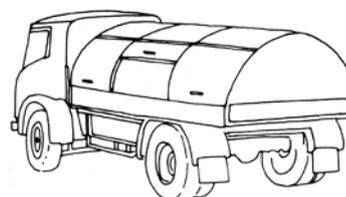
Triciclo – força humana



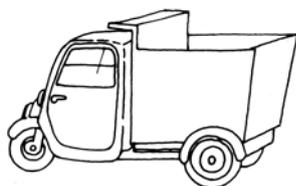
Camião de caixa aberta de taipais elevados



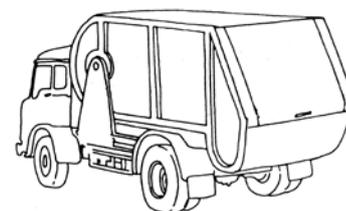
Carrinho de tracção animal



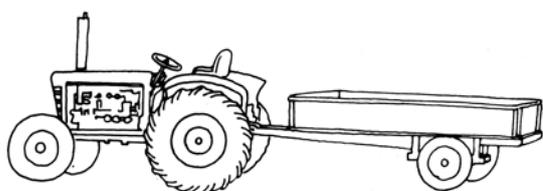
Camião de caixa semi-cilíndrica



Triciclo motorizado



Basculante para a frente e para trás



Tractor e reboque



Camião compactador

Figura 7.1 A recolha de resíduos pode servir-se de força humana, animais, tractores ou camiões de diferentes tipos e tamanhos.

7.1 FACTORES A SEREM CONSIDERADOS AO SELECIONAR TIPOS DE VEÍCULO

Este capítulo debruça-se principalmente sobre os motivos técnicos e lógicos para seleccionar tipos e marcas particulares de veículos e equipamentos. Infelizmente, as decisões relativas aos veículos de recolha de resíduos que são fornecidos são muitas vezes tomadas por executivos que pouco compreendem de questões técnicas. São frequentemente baseadas em factores que não estão relacionados com a operação e o desempenho dos veículos. A corrupção e as relações pessoais por vezes levam a que sejam encomendados veículos inadequados. Na tentativa de evitar a corrupção, a selecção da proposta mais baixa também resulta na compra de veículos não fiáveis e inadequados. Os veículos fornecidos por doadores são por vezes de modelo inadequado e de um fabricante quase desconhecido na região onde se espera que esses veículos sejam mantidos. Os políticos locais geralmente ficam satisfeitos em receber veículos grandes, vistosos e sofisticados e em serem com eles exibidos. No entanto, não muito tempo depois, deixando os veículos de ser operacionais, é frequente o chefe da oficina ou o engenheiro municipal ser acusado de ineficiência e corrupção que levaram ao não funcionamento das máquinas ainda novas.

Muitos factores técnicos têm influência directa na selecção de um sistema de recolha e veículo para qualquer situação particular. Em muitos casos, as opções de veículo e sistema de armazenamento estão inter-relacionadas. Este capítulo descreve os principais factores que devem ser considerados antes de se seleccionar o tipo de veículo de recolha de resíduos preferido, tendo em conta que o objectivo de qualquer sistema de recolha de resíduos é recolher e transportar resíduos de locais específicos, em intervalos regulares para um local de deposição final, a um custo mínimo. Em média, em países em desenvolvimento são fornecidas capacidades de transporte de 100 a 300 m³ por dia, por milhão de pessoas servidas²⁷. Os custos compreendem dois elementos: custos operacionais (incluindo mão-de-obra, combustível e manutenção) e custos de capital (incluindo depreciação e juros sobre o capital). Nos países industrializados, a remuneração do trabalho é elevada e, portanto, o rácio custos de mão-de-obra/custo do veículo (incluindo a amortização do capital) é geralmente alto. Nos países em desenvolvimento, acontece normalmente o contrário, os custos do veículo constituem a maior parte dos custos globais do sistema. Assim se explica por que razão deve ser dada prioridade à optimização da produtividade do veículo de preferência à

produtividade da força de trabalho, ou seja, maximizar a tonelagem total de resíduos transportados por veículo por dia, de preferência à tonelagem total de resíduos recolhidos por trabalhador por dia (Figura 7.2). Em última análise, a combinação mais económica de veículos e força de trabalho obtém-se comparando o custo de recolha de cada tonelada de resíduos (todos os custos são considerados), mas esses custos reflectirão a importância da produtividade do veículo nos países em desenvolvimento. Os cálculos de exemplificação que constam do Anexo A3 ilustram este ponto.

Previamente à preparação de uma lista restrita de tipos de veículos possíveis devem ser considerados os factores discutidos nos pontos que se seguem.

7.1.1 Taxa de geração de resíduos (capitação)

É uma regra geral que países e comunidades mais ricos geram mais resíduos. As taxas médias nacionais de geração de resíduos na maioria dos países industrializados situam-se entre 0,8 e 1,4 kg/habitante/dia. Nos países em desenvolvimento, a taxa média de geração situa-se geralmente no intervalo de 0,2 a 0,4 kg/habitante/dia, mas é grande a variação da taxa de geração real entre as diferentes partes de qualquer cidade. Pode ser de apenas 0,1 kg/habitante/dia nas áreas urbanas de baixa renda, correspondendo assim a apenas metade da média da cidade.

A taxa de geração de resíduos tem uma influência significativa na escolha do sistema de recolha e do veículo. Por exemplo, se for feita uma avaliação da produtividade comparativa de um veículo de recolha de resíduos que realize a recolha de berma em duas comunidades, sendo a taxa de geração de resíduos na primeira metade da da segunda, é evidente que, para transportar a mesma carga útil final para o local de deposição final, serão necessárias mais paragens no caso da primeira comunidade. A produtividade do veículo será, portanto, reduzida, e, nesse caso, sistemas alternativos como o uso de contentores comunitários portáteis podem ser mais produtivos.

7.1.2 Densidade dos resíduos

É comum que os consultores e as equipas de projecto passem uma parte considerável das suas investigações a realizar levantamentos completos de resíduos, concentrando-se principalmente na medição das fracções de várias categorias de materiais nos resíduos. No entanto, para fins de planeamento do serviço de recolha, os requisitos básicos são conhecer o peso dos resíduos a serem recolhidos diariamente e a sua densidade, de modo que seja possível calcular o volume dos resíduos e o tamanho da carroçaria do camião necessário para as cargas mais económicas, sem sobrecarga.

As densidades dos resíduos diferem consideravelmente,

27. Referência [Cointreau, 1980].

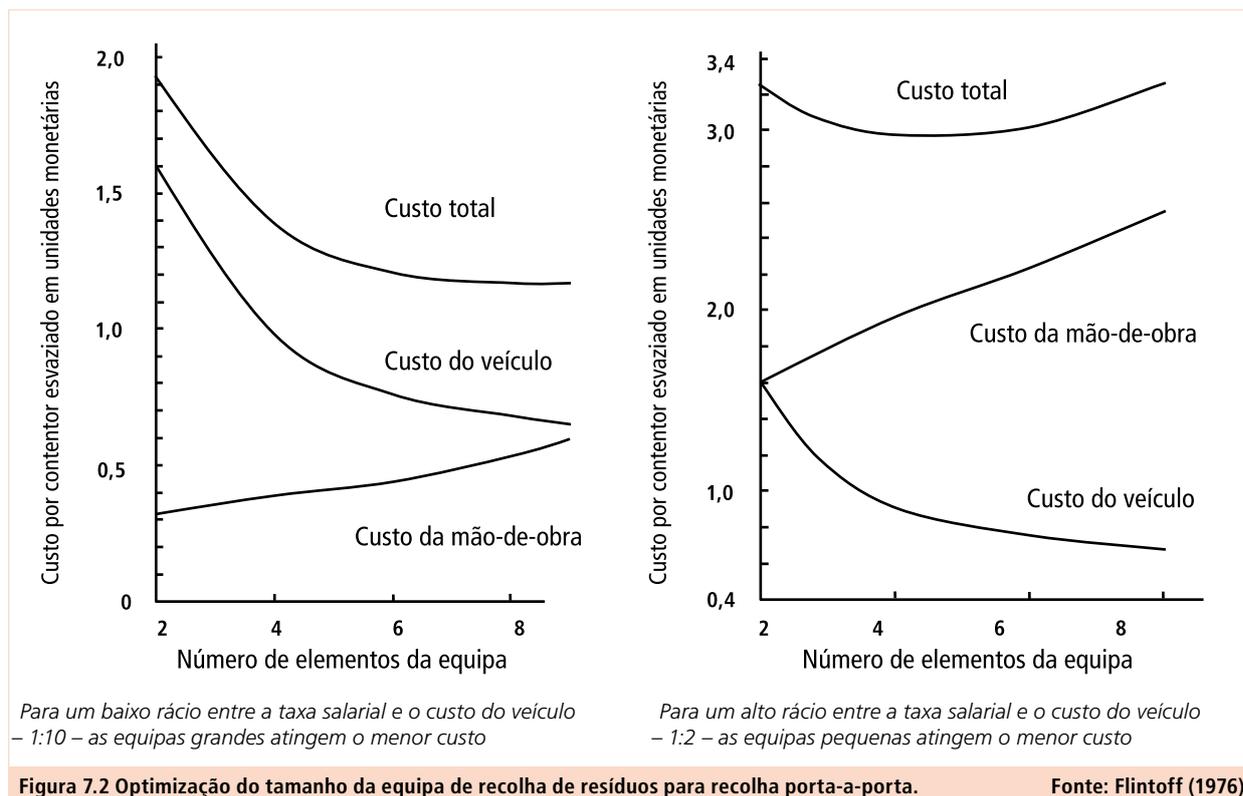


Figura 7.2 Optimização do tamanho da equipa de recolha de resíduos para recolha porta-a-porta. **Fonte:** Flintoff (1976)

dependendo da riqueza relativa da comunidade e de muitos outros factores, e a densidade de uma determinada amostra de resíduos muda de acordo com a maneira como é tratada e armazenada, conforme discutido no ponto 3.2. Os tipos de veículo a serem usados para recolha de resíduos, e, portanto, o método de recolha, devem, em grande medida, ser determinados pela densidade dos resíduos na carroçaria do camião. Essa densidade pode ser muito diferente da densidade no agregado familiar ou no contentor da comunidade, mesmo que o camião não tenha nenhum mecanismo de compactação. Os únicos dados relevantes para a selecção do veículo são a densidade na carroçaria do veículo, que pode ser estimada pela medição e pesagem de cargas de camião seleccionadas aleatoriamente. É, portanto, essencial terem-se dados fiáveis sobre a densidade dos resíduos antes de se começar a planear um sistema de recolha.

Onde as densidades dos resíduos são baixas, como nos países industrializados, é necessário compactarem-se os resíduos para aumentar a sua densidade e reduzir o seu volume, de modo a maximizar a produtividade do veículo através do transporte de cargas úteis máximas. É por esta razão que em todos esses países são usados veículos de compactação. Os camiões compactadores são tipicamente concebidos para compactar resíduos leves, com uma densidade de cerca de 100 kg/m³, para uma densidade comprimida de até 500 kg/m³, de modo que o camião possa carregar uma carga completa. Em contrapartida, a densidade natural dos resíduos

nos países em desenvolvimento geralmente é superior a 300 kg/m³, e frequentemente muito maior, razão pela qual não há uma razão lógica ou prática para exigir a compactação desses resíduos. Apesar desta diferença fundamental, é comum constatar-se que consultores de países industrializados recomendaram o uso de camiões compactadores em situações em que são totalmente inapropriados, resultando em sistemas caros, de curta duração e insustentáveis.

A densidade dos resíduos também varia com a localização, o método de armazenamento, a frequência de recolha e a estação do ano. A densidade de uma amostra de resíduos sólidos pode ter valores significativamente diferentes no domicílio, num contentor comunitário, num camião aberto e num camião compactador. Essas variações são causadas por muitos variados factores, tais como evaporação, decomposição, compressão pelo próprio peso no contentor, catação por animais ou pessoas, e entrada ou saída de ar durante o manuseamento, carregamento, compactação e deslocação. Os resíduos que são relativamente leves onde são gerados, aumentarão de densidade durante o armazenamento devido à consolidação sob o seu próprio peso, à medida que novos materiais são adicionados e, com o tempo, como resultado da degradação parcial da matéria orgânica. Resíduos num saco plástico bem fechado têm uma densidade mais baixa do que num saco de papel devido ao ar retido no saco plástico. A densidade dos resíduos é mais elevada na estação das chuvas do que na estação seca. A densidade dos resíduos

nos contentores comunitários é muitas vezes maior do que nos contentores domésticos, uma vez que as possibilidades de consolidação dos resíduos são maiores em contentores maiores. De igual modo, há consolidação de resíduos durante o transporte. É frequente observar-se um aumento de 20 a 25% de densidade quando os resíduos são transportados em camiões sem compactação. No entanto, é possível, em alguns casos, que as densidades dos resíduos diminuam durante o processo de transferência de um meio de armazenamento para um veículo de recolha. Essa redução foi observada em Karachi, quando resíduos armazenados em contentores comunitários foram transferidos para veículos de recolha de caixa semi-cilíndrica, ancinhando-os para cestas (Figura 3.1). A entrada de ar durante o processo de transferência foi responsável pela redução da densidade dos resíduos. Claramente, a produtividade do veículo poderia ter sido melhorada pelo uso de contentores comunitários portáteis que, quando cheios, são levados para um camião e transportados directamente para o local de deposição final.

Essas tendências são apresentadas na Figura 7.3, um nomograma que permite estimar a densidade dos resíduos de uma amostra específica nas diferentes etapas da recolha. Uma medida da densidade dos resíduos numa etapa (por exemplo, armazenamento comunitário) pode ser usada para estimar a densidade em outra etapa (por exemplo, quando carregados num determinado tipo de camião). Essas estimativas podem então ser usadas para estimar a capacidade ou o tamanho dos contentores ou os veículos de recolha necessários. Para usar este nomograma:

- a) Com os dados de densidade conhecidos, desenhe uma linha horizontal a partir da densidade no eixo vertical até

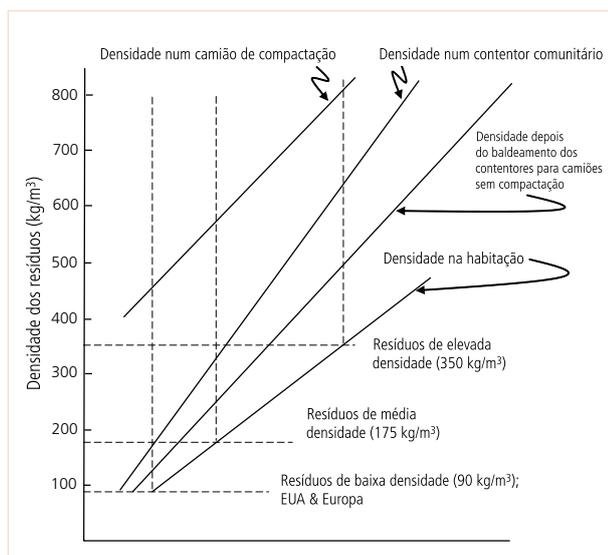


Figura 7.3 Exemplo de alterações na densidade durante o manuseamento.

à linha dedicada ao local de medição (habitação, contentor ou camião).

- b) Desenhe uma linha vertical para cima ou para baixo a partir desse ponto de intersecção até encontrar a linha dedicada ao tipo de camião ou contentor para o qual é requerida a densidade.
- c) Desenhe uma linha horizontal a partir deste novo ponto de intersecção de volta à escala vertical do lado esquerdo e leia a densidade estimada. Por exemplo, os resíduos que têm uma densidade de 350 kg/m³ no contentor doméstico podem atingir uma densidade de 630 kg/m³ num contentor comunitário.

Note-se que esta é apenas uma indicação preliminar, e que resultados diferentes seriam obtidos de diferentes tipos de resíduos e locais. O seu principal valor aqui é indicar a importância de se usar um valor da densidade dos resíduos que se aplique à etapa no sistema de recolha que está a ser considerado.

7.1.3 Volume de resíduos por habitante

Deve ser entendido que a combinação de menores taxas de geração de resíduos (kg/habitante) e maior densidade dos resíduos (kg/m³) contribuirá para uma enorme diferença nos volumes de resíduos. Por exemplo, comparando uma situação num país em desenvolvimento com uma taxa de geração de resíduos de 0,2 kg/habitante/dia e uma densidade dos resíduos de 500 kg/m³ com um país industrializado de alta renda com uma geração de resíduos de 1,5 kg/habitante/dia e uma densidade de 100 kg/m³, pode-se observar que o volume de resíduos por habitante a serem recolhidos no país de alta renda será quase 40 vezes²⁸ a do país de baixa renda.

Todos os estudos relativos a resíduos devem ter em consideração quaisquer aumentos previstos na quantidade de resíduos que serão gerados no futuro, contemplando o crescimento da população urbana, acréscimos nas áreas a serem atendidas, bem como aumentos nas taxas de geração de resíduos por habitante e reduções nas densidades dos resíduos à medida que os padrões de vida vão melhorando.

7.1.4 Composição dos resíduos

Até um terço (em peso) dos resíduos sólidos em países em desenvolvimento podem ser constituídos por materiais abrasivos como areia, pedras, poeira e cinzas. Onde as ruas não são pavimentadas, estão mal pavimentadas ou não estão protegidas por lanciais, as pessoas entram em casa com areia nos pés, que é depois varrida, acabando como lixo. Da mesma forma,

28. País em desenvolvimento: $\text{Volume} = \text{peso}/\text{densidade} = 0,0004 \text{ m}^3$ ou 0,4 litros. País industrializado: $\text{Volume} = 1,5/100 = 0,015 \text{ m}^3$ ou 15 litros.

as varreduras de ruas inadequadamente pavimentadas produzem uma quantidade considerável de materiais abrasivos inertes. A quantidade de cinzas nos resíduos é determinada, em grande medida, pela escolha de combustíveis para aquecimento e para cozinhar – onde se utiliza madeira, carvão ou lenha é de esperar uma considerável quantidade de cinzas nos resíduos.

Materiais abrasivos em resíduos, tais como areia e cinzas, desgastam peças deslizantes e componentes hidráulicos expostos de veículos de recolha de resíduos. Os compactadores, por exemplo, que têm essas características, exigem altos níveis de manutenção e frequente substituição de componentes deslizantes e rotativos em contacto com resíduos contendo uma grande percentagem de materiais inertes. Nesses casos, a escolha do veículo não deve tender para veículos com componentes que possam ser afectados por materiais abrasivos.

Os resíduos sólidos nos países em desenvolvimento contêm também, de um modo geral, uma alta percentagem (40 a 60%) de matéria biodegradável como restos de vegetais e outros alimentos que, em climas quentes e húmidos, se decompõem produzindo compostos ácidos. Os ácidos assim produzidos podem causar sérios problemas de corrosão nos veículos de recolha e nos recipientes de aço. O modelo, a selecção e a operação do veículo devem ter isso em conta. Espera-se que os resíduos sólidos de escritórios tenham baixas percentagens de resíduos biodegradáveis e abrasivos, e provavelmente haverá menos resíduos abrasivos em áreas totalmente pavimentadas; assim, é expectável que os resíduos de áreas centrais comerciais sejam muito diferentes dos resíduos de áreas residenciais menos favorecidas.

Dependendo do método de armazenamento de resíduos e do nível de riqueza, os resíduos sólidos de uma determinada comunidade podem ser constituídos por pequenas fracções soltas ou itens muito volumosos. Muitas vezes fica retido ar em sacos de plástico contendo resíduos sólidos, e, por essa razão, os resíduos requerem mais volume do que o esperado, resultando numa menor densidade geral (aparente). Veículos adequados para manusear resíduos em sacos plásticos são diferentes dos mais adequados para transportar resíduos soltos que tenham sido armazenados em recipientes não descartáveis. Em geral, os resíduos de países industrializados contêm itens maiores do que os resíduos de países em desenvolvimento e requerem equipamento e veículos de recolha especializados.

7.1.5 Distância do transporte e condições das estradas

As condições das superfícies das estradas, a densidade do tráfego e a distância geral do transporte têm grande influên-

cia na escolha do veículo, afectando também qualquer decisão sobre o uso de estações de transferência. As condições nos locais de recolha e deposição final devem ser avaliadas. Não faz muito sentido usar veículos dispendiosos de alta velocidade com altos consumos de combustível em situações em que as distâncias do transporte são curtas e as velocidades de tráfego lentas, tornando os veículos de menor potência e de baixo custo mais eficientes. A escolha de qualquer veículo de recolha deve ser um compromisso entre a sua eficiência ao recolher e a sua eficiência ao transportar os resíduos para um local de transferência, tratamento ou deposição final.

A distância de transporte entre a área de recolha e o ponto de descarga determina a importância relativa do tamanho do veículo e da velocidade da estrada. As máquinas pequenas, manobráveis e fáceis de carregar devem ser comparadas com máquinas grandes e pesadas que podem ser lentas de carregar, mas necessitam de fazer menos viagens para o local de deposição final. A distância total de transporte também determina a necessidade de estações de transferência (ver ponto 8) para transferir resíduos de veículos pequenos e manobráveis para grandes camiões, contentores, vagões ferroviários ou barcaças para transporte para locais de deposição distantes.

7.1.6 Alturas de carregamento²⁹

As alturas de carregamento de diferentes veículos têm um efeito significativo na velocidade de carregamento e, consequentemente, na produtividade do veículo. Alturas de carregamento excessivas aumentam os riscos para a saúde enfrentados pelos trabalhadores que estão expostos ao pó e aos microrganismos dos resíduos durante o carregamento. Os cantoneiros de recolha nunca devem ser solicitados a carregar resíduos acima da altura do ombro devido às cargas de trabalho excessivas e aos perigos para a saúde de resíduos que lhes caíam sobre a cabeça. Este aspecto é discutido mais adiante no ponto 7.2.2.

7.1.7 Condições e restrições de tráfego

A densidade de tráfego em qualquer cidade determina a velocidade do tráfego rodoviário, o que, por sua vez, influencia o tipo de veículo mais apropriado para aquelas condições. Em algumas cidades há restrições sobre o uso de grandes camiões durante o dia, ou durante períodos em que o tráfego é particularmente intenso. Camiões grandes podem ser

29. A altura de carregamento de um veículo de recolha de resíduos é a altura acima do solo acima da qual um contentor de resíduos deve ser levantado para poder ser esvaziado no veículo. Pode corresponder à altura da parte lateral da carroçaria, mas, se os resíduos puderem ser mais facilmente passados por uma abertura basculante ou porta, a altura de carregamento efectiva é reduzida, pelo menos para parte da etapa de carregamento.

impedidos de usar certas ruas ou pontes devido a limites de peso, congestionamento de tráfego ou poluição.

7.1.8 Fabrico local e sustentabilidade

Um elemento-chave da sustentabilidade em qualquer sistema de gestão de resíduos sólidos é o fornecimento rápido de peças sobressalentes e acesso a instalações de manutenção para os veículos e outro equipamento que esteja a ser utilizado. Inevitavelmente, se forem utilizados veículos importados complexos e especializados, haverá longos atrasos e altos custos na aquisição de peças sobressalentes, à medida que os veículos se desgastam ou avariaram.

Provavelmente, o número de projectos de gestão de resíduos sólidos fracassados será maior devido à falta de peças sobressalentes e aos longos prazos de entrega associados do que a qualquer outra causa. Não é invulgar constatar-se que 50% ou mais da frota de veículos de um município está avariada em determinado momento, aguardando a entrega de peças importadas que tem sido atrasada pelos longos procedimentos envolvidos em:

- obtenção de cotações para as peças que vêm do exterior,
- aprovação do financiamento e emissão da ordem de compra,
- obtenção de autorização para a moeda estrangeira necessária,
- obtenção das cartas de crédito necessárias,
- obtenção de licenças de importação,
- entrega efectiva das peças,
- obtenção de fundos para direitos de importação,
- desembaraço alfandegário,
- montagem das peças.

Este processo pode resultar em atrasos de seis meses ou mais para que os veículos voltem a funcionar após uma pequena avaria. Os atrasos de um ano ou mais não são pouco comuns.

Em quase todos os países, carroçarias simples fabricadas localmente em chassis de camião comumente disponíveis fornecem os sistemas de recolha mais sustentáveis, além de beneficiarem a economia nacional e o sector industrial local. Este capítulo descreve muitos tipos de carroçarias alternativas que podem ser fabricadas localmente pelas indústrias existentes que já estão envolvidas na construção de carroçarias de camião ou reboques agrícolas. É importante, em todos os casos, que os padrões de concepção e construção sejam elevados, e é aconselhável que a primeira de uma nova série de carroçarias de veículos (o protótipo) seja projectada e construída sob estreita supervisão, testada em condições normais de trabalho e modificada conforme

necessário, antes de outras carroçarias serem construídas e equipadas.

Todos os custos operacionais e financeiros do veículo e dos contentores associados (incluindo a depreciação) devem ser levados em consideração ao calcular os custos comparativos de diferentes sistemas de recolha para uma situação específica. (O ponto 7.1.13 descreve um programa informático que pode ser usado para esse fim). Os custos operacionais devem incluir os custos e as velocidades de carregamento para veículos de recolha alternativos com diferentes tamanhos de equipa. Ao comparar tamanhos de equipas, quaisquer acordos existentes com o sindicato local devem ser tomados em consideração.

7.1.9 Nível de serviço e vontade de pagar

Se todos os custos do sistema de gestão de resíduos sólidos forem pagos a partir de uma taxa de serviço, a disposição dos moradores para pagar pelo serviço determinará o nível de serviço que pode ser fornecido de forma sustentável. É expectável que essa vontade de pagar seja diferente para grupos de diferentes rendimentos, embora as diferenças nem sempre sejam as esperadas. Essa questão também é referida no Capítulo 10. Um sistema de recolha efectivo baseado em contentores comunitários esvaziados a cada três dias fornece um adequado, mas baixo, nível de serviço. Um alto nível de serviço passaria por recolher directamente de cada casa ou empresa todos os dias, mas teria custos de capital e de operação muito mais elevados para os veículos. Entre estes dois níveis de serviço, existem muitas alternativas, conforme descrito no ponto 4.3. Em cada situação, se o sistema for financeiramente sustentável, os geradores (casas, lojas e empresas) devem estar dispostos a pagar os custos incorridos, directamente (como taxa de gestão de resíduos), ou indirectamente (por meio de um imposto geral sobre serviços).

7.1.10 Uso de consultores externos

Muitas vezes, quando as agências de ajuda ao desenvolvimento ou fontes de financiamento externas desejam estabelecer sistemas de gestão de resíduos, trazem consultores externos do estrangeiro para aconselharem sobre os sistemas a serem usados. Em muitos casos, esses assessores baseiam as suas recomendações na experiência que têm no seu próprio país, mais industrializado, sem ter em conta as diferentes características dos resíduos, diferentes condições das ruas e diferentes custos de mão-de-obra e de investimento, bem como a capacidade de manutenção. Em particular, qualquer conselho que não se baseie numa investigação de dados locais – como, por exemplo, medições da densidade dos resíduos e investigações relativas ao mercado de trabalho (incluindo sobre a vontade de trabalhar na

gestão de resíduos sólidos), bem como qualquer mudança projectada no futuro e as distâncias de transporte a partir de diferentes partes da cidade – deve ser tratado com grande cautela e não deve ser aceite sem mais investigação.

Muitas vezes, também os vendedores com interesse em promover um determinado tipo de equipamento assumem o papel de conselheiros.

7.1.11 Envolvimentos dos trabalhadores na tomada de decisão

Onde quer que existam sindicatos que representam os trabalhadores, devem ser solicitados os seus contributos e os dos próprios trabalhadores antes de se fazer qualquer mudança, em particular nos tipos de veículos a serem utilizados e nas dimensões da equipa de qualquer camião. A acomodação da equipa nos camiões deve estar relacionada com o tamanho desta. Os seus elementos também podem ter sugestões úteis para melhorar a forma como é feito o trabalho, com base na sua experiência em primeira mão.

7.1.12 Transporte usado noutros sectores

É frequentemente útil observarem-se os tipos de veículos, e as marcas e modelos de chassis de camião, que são usados localmente noutros sectores, tais como transportes públicos, transporte de mercadorias e agricultura, ao seleccionar o tipo de veículo mais apropriado. Se carrinhos de mão, triciclos ou carrinhos de tracção animal são comumente usados para transportar cargas de todos os tipos, pode ser apropriado usarem-se veículos similares também para recolher resíduos sólidos, embora geralmente seja preciso melhorar ou modificar o modelo local. A obtenção de peças sobressalentes do exterior para veículos motorizados pode ser uma grande dificuldade para os chefes das oficinas dos veículos, sendo, por isso, essencial que se seleccionem chassis para os quais as peças sobressalentes estejam disponíveis localmente.

7.1.13 Software informático para selecção de veículos

Um computador pode ser uma ferramenta útil para se fazerem os cálculos necessários para comparar possíveis sistemas de recolha e para determinar os requisitos do equipamento. Pode ser configurado um modelo de computador para uma

situação específica usando uma planilha electrónica (como foi feito para o exemplo que consta do Anexo A3), ou pode ser usado um programa geral e mais sofisticado (como o WAGS descrito abaixo). A principal vantagem de usar um computador desta forma é que é muito fácil alterar itens da entrada de dados, um de cada vez, e observar o impacto dessa alteração nas recomendações produzidas. Há dois perigos a serem evitados ao usarem-se computadores para tais fins:

- Pode-se confiar demasiado nos resultados produzidos. Qualquer programa que modele um sistema de recolha de resíduos requer uma quantidade considerável de dados, e, se os dados inseridos forem imprecisos, o resultado pode ser de pouco valor e levar a más decisões. Deve-se ter o cuidado de garantir que os dados inseridos sejam fiáveis e, se houver incerteza sobre qualquer item, deve ser determinada a sensibilidade do resultado final a variações nesse item. Se os resultados produzidos forem considerados sensíveis aos dados inseridos desse item, deve ser realizado trabalho adicional para determinar um valor mais preciso e fiável antes de o resultado produzido pelo computador ser aceite.
- A lógica do programa de computador deve ser correcta e apropriada. Os programas de computador desenhados para diferentes locais podem não ser adequados às condições particulares que estão a ser consideradas. Erros em programas “home-made” podem ser difíceis de detectar, a menos que os resultados produzidos pelo computador sejam comparados com os resultados de cálculos manuais.

O *software* informático Waste Guidance System (WAGS) do UNCHS-Habitat (que recentemente se passou a designar UN-HABITAT) foi desenvolvido para auxiliar na selecção do sistema de recolha de resíduos mais económico para qualquer local, fazendo corresponder o veículo de recolha mais apropriado a cada situação local.

O programa solicita cerca de 50 registos relacionados com a situação local, incluindo densidades populacionais e taxas de crescimento, taxas de geração de resíduos, densidade e composição dos resíduos, distâncias de viagem e superfícies rodoviárias, larguras de rua e velocidades de tráfego. A informação relativa a custos inclui mão-de-obra, combustível,

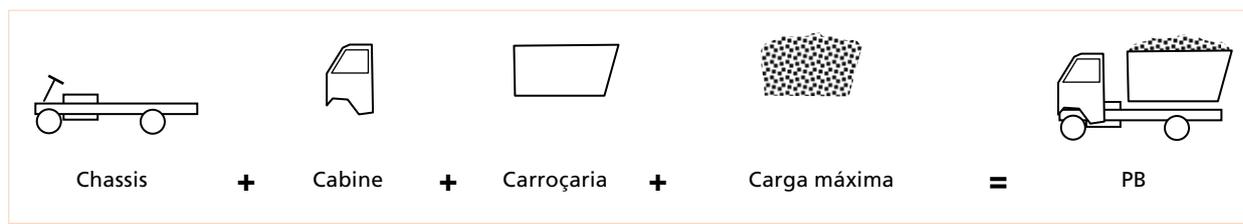


Figura 7.4 Os elementos que compõem o peso bruto do veículo.

taxas de juro, impostos e direitos de importação, e são incluídos factores sombra para o cálculo de custos económicos. A partir desses elementos, é criada uma base de dados local.

O programa pede então mais 50 registos referentes a cada veículo que está a ser considerado e faz projecções para 20 anos para os requisitos de veículos e equipamentos, incluindo as expectativas de vida, operação, custos de combustível e de manutenção, projecções financeiras para o uso desse tipo de veículo no local específico e custos económicos descontados.

O programa DOS original tem sido usado com muito sucesso em muitos países para analisar todas as diferentes opções de recolha e transferência e comparar os custos financeiros, operacionais e económicos de diferentes sistemas. No entanto, constatou-se que requer um nível de avaliação bastante alto para alguns dos registos e algumas das pequenas imprecisões (ou registos mal avaliados) podem ter um impacto cumulativo relativamente grande nas conclusões finais. (Por exemplo, uma diferença de 10% em cada cadeia de seis registos pode resultar numa variação total que pode chegar a 75% nos cálculos finais.) Era, portanto, muito susceptível ao uso indevido por vendedores sem escrúpulos que tentavam promover os seus próprios tipos de equipamento particulares e, por esse motivo, não foi amplamente distribuído.

Está prevista a produção de uma nova versão deste programa baseada no *Windows*, que terá salvaguardas integradas para evitar o uso inadequado e restringir o efeito cumulativo de múltiplos registos imprecisos.

7.2 DIMENSÕES E CAPACIDADES DE CARROÇARIAS DE VEÍCULOS

Há muitos tipos alternativos de carroçarias de recolha, a maior parte das quais pode ser comprada ou construída em diversos tamanhos. O PB ou *peso bruto* do veículo é o peso total permitido para qualquer veículo plenamente carregado e para um desempenho fiável, e, para cumprir a lei, nunca deve ser excedido (Figura 7.4). Quando o peso da cabine e do chassis é subtraído do PB, o peso restante é o peso total disponível para a carroçaria e a carga. A partir deste valor, deve ser deduzido o peso da carroçaria para se chegar à carga útil (o peso máximo da carga que pode ser transportada). Para uma operação económica, a carga realmente transportada deve ser o mais próxima possível da carga útil, e a carga útil deve ser a maior possível. Quanto mais leve a carroçaria, mais pesada a carga útil e, sendo a carga transportada igual à carga útil, menor o custo de recolha.

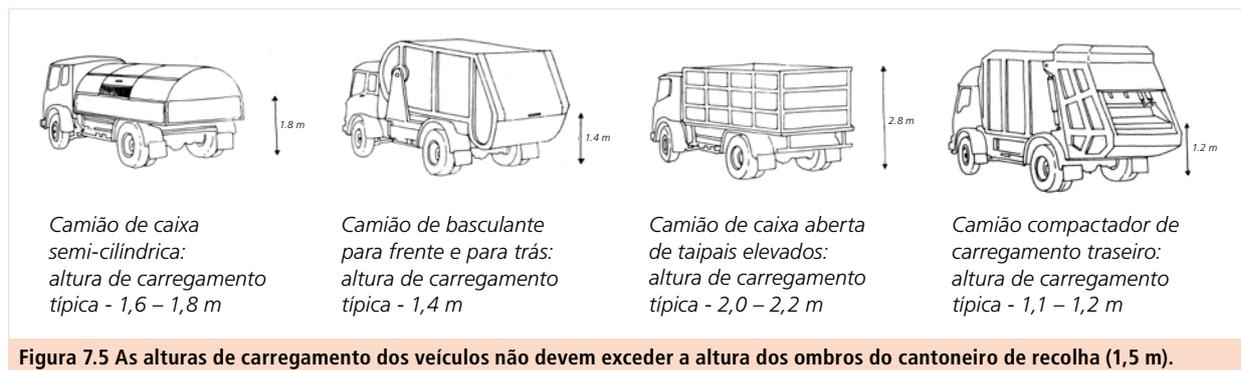
7.2.1 Cargas úteis e peso bruto do veículo

A capacidade volumétrica requerida da carroçaria é calculada dividindo a carga útil pela densidade dos resíduos na carroçaria. Consequentemente, quanto maior a densidade dos resíduos, menor será a carroçaria necessária para atingir a tonelagem máxima que o veículo pode transportar. Embora haja a tendência de os decisores solicitarem camiões compactadores, acreditando erradamente ser esta a solução “moderna” para a recolha de resíduos, nos países em desenvolvimento a capacidade de carga total do veículo pode ser geralmente alcançada sem compactação. O peso extra do mecanismo de compactação reduz a carga útil e não se justificam os custos adicionais de investimento e manutenção do camião compactador. Quase invariavelmente, nos países em desenvolvimento onde as densidades dos resíduos são superiores a 250 kg/m³, não há razão lógica para o uso de veículos de compactação porque as cargas úteis com veículos não compactadores podem ser maiores e os custos de investimento e manutenção dos camiões não compactadores são mais baixos.

As especificações para os veículos mais rentáveis e as capacidades das carroçarias a serem montadas dependem de uma série de factores, incluindo as condições da estrada, as larguras das ruas, a distância do transporte, as características dos resíduos e o método e a frequência da recolha de resíduos. Dependerão também dos regulamentos locais que regem o peso bruto máximo autorizado do veículo (PB) e a carga do eixo autorizada ou realizável³⁰. Pesos brutos do veículo até 16.000 kg são permitidos para veículos com um único eixo traseiro na maioria dos países industrializados, e a distribuição típica do peso de tal veículo é de 10.000 kg no eixo traseiro e 6.000 kg na frente. Estas cargas são permitidas para estradas lisas com boas fundações. Este é raramente o caso nos países em desenvolvimento. Muitos países restringem os pesos brutos do veículo e as cargas do eixo a um máximo de 13.000 kg e 8.000 kg, respectivamente, para evitar danos à estrada. Embora cargas mais pesadas possam ser transportadas usando eixos traseiros duplos, esse sistema raramente é usado nos países em desenvolvimento devido ao aumento dos custos de investimento, operação e manutenção relacionados com custos mais elevados de combustível e desgaste acelerado dos pneus. As cargas excessivas sobre os eixos resultam em altos custos de manutenção de estradas e danos em tubagens de água e esgoto por baixo das estradas.

Os veículos para resíduos sólidos funcionam em condições difíceis, circulando em estradas que se encontram em estado precário e em locais de deposição final de resíduos.

³⁰. A carga do eixo é o peso total que pode ser transmitido à estrada por todas as rodas num eixo.



Pretendendo maximizar a carga útil, é necessário garantir-se que os aumentos de cargas não sejam obtidos à custa de danos estruturais ao chassis e desgaste excessivo. Poupar peso reduzindo a resistência da carroçaria e do mecanismo basculante pode ser uma falsa economia se resultar em reparações frequentes. Devem considerar-se também as variações sazonais e aleatórias na densidade dos resíduos, bem como a necessidade de se evitarem graves sobrecargas quando a densidade dos resíduos for mais elevada. Se as básculas não forem usadas regularmente, vale a pena pesar os veículos carregados de tempos em tempos para verificar se estão a ser usados de forma económica, mas não demasiado sobrecarregados.

7.2.2 Altura de carregamento

Os que fazem a recolha de resíduos nunca devem carregá-los acima da altura do ombro (normalmente 1,5 metros) para evitar problemas de saúde causados por resíduos que lhes caíam em cima da cabeça. No entanto, os resíduos contidos em pequenos sacos plásticos podem ser atirados a alturas de 1,8 metros. Alturas elevadas aumentam os tempos de carregamento e, assim, reduzem a eficiência do veículo.

Pequenos veículos de recolha (como veículos movidos a força humana e animal, triciclos motorizados e microcamiões) têm baixas alturas de carregamento, normalmente inferiores a 1,4 m, e são fáceis e rápidos de carregar. Em contrapartida, os camiões abertos convencionais de taipais elevados são extremamente difíceis de carregar, e a operação é anti-higiénica e perigosa para a saúde dos trabalhadores e dos transeuntes (ver Figuras 7.5 adiante e 7.11 no ponto 7.6.1). Veículos com alturas de carregamento elevadas podem exigir trabalhadores extras dentro da carroçaria para receberem os resíduos e os espalharem uniformemente por toda a carroçaria (ver Foto 7.10). Esta tarefa pode ser perigosa e desagradável. A Tabela 7.1 compara camiões com diferentes alturas de carregamento. Entre os veículos de grande capacidade, o camião compactador de carregamento traseiro tem a menor altura, sendo, portanto, rápido e fácil de carregar. Por

vezes, esse tipo de veículo de recolha tem sido especificado como sendo para uso em países em desenvolvimento apenas por causa do seu fácil carregamento, não obstante ser, muitas vezes, totalmente inadequado em todos os outros aspectos. O veículo basculante para a frente e para trás (ponto 7.6.4), por outro lado, tem uma altura de carregamento moderada e a vantagem de se adequar aos resíduos sólidos dos países em desenvolvimento.

7.2.3 Tamanho da carroçaria do veículo

É necessário fazer-se uma pesquisa sobre a densidade dos resíduos, a capitação e a densidade populacional em todas as áreas a serem atendidas, juntamente com comparações de produtividade do veículo e força de trabalho para diferentes tamanhos de veículos de recolha de resíduos, para se seleccionar o tamanho óptimo. Em muitas situações, dois veículos pequenos, por serem de mais fácil e rápido carregamento, são mais produtivos do que um único veículo grande carregando o dobro da carga de um camião pequeno. Os dois camiões pequenos podem incorrer em custos similares aos do camião grande, embora precisem de mais viagens para o local de deposição final. A Tabela 7.1 ilustra este ponto numa situação típica, comparando um veículo grande com dois veículos menores com a mesma capacidade combinada. (Considera-se que ambos os veículos são de caixa aberta de taipais elevados ou de caixa semi-cilíndrica - ver ponto 7.6).

Presume-se que o camião grande da Tabela 7.1 tem um peso bruto de 10.000 kg de carga (um camião típico de 5 toneladas de capacidade) e pode transportar uma carga amontoada de 5.000 kg. Atingir esta carga com uma densidade dos resíduos de 500 kg/m³ requer uma carroçaria com capacidade de 10 m³ e uma altura de carregamento de cerca de 2,4 m. Uma equipa de cinco elementos pode recolher duas cargas de resíduos por dia. O camião pequeno tem um peso bruto de 5.000 kg (um camião típico com uma capacidade de 2,5 toneladas) e requer uma carroçaria com 5,0 m³ de capacidade para a mesma densidade dos resíduos. Uma

Tabela 7.1 Comparação entre veículos não compactadores grandes e pequenos

Descrição	Camião basculante grande	Camião basculante pequeno
Peso bruto do veículo (kg)	10.000	5.000
Peso do chassis e da cabine (kg)	3.500	1.800
– portanto, peso da carroçaria e carga útil permitida (kg)	6.500	3.200
Peso da carroçaria (kg)	1.500	700
– portanto, carga útil (kg)	5.000	2.500
Volume da carroçaria necessário para uma densidade dos resíduos de 500 kg/m ³ (m ³)	10,0	5,0
Dimensões da carroçaria comp. x larg. x alt. (m)	4,0 x 2,2 x 1,14	3,0 x 2,0 x 0,83
Diâmetro do pneu d (m)	1,02	0,74
Folga entre a carroçaria e o pneu c (m)	0,20	0,15
Altura de carregamento alt. + d + c (m)	2,36	1,72
Duração da rotação (horas)	3	2
Tamanho típico do motor (cv [kW])	120 [90]	75 [56]
Número de viagens por dia	2	3
Produtividade do veículo (kg/veículo/dia)	10.000	7.500
Número de trabalhadores por veículo, incluindo o motorista	5	3
Produtividade da força de trabalho (kg/homem/dia)	2.000	2.500

equipa de três elementos pode recolher três cargas de resíduos por dia porque o carregamento é muito mais rápido com a carroçaria mais pequena e a altura de carga mais baixa de 1,7 m.

O custo total (capital, combustível, mão-de-obra e manutenção) para o camião grande é de aproximadamente o dobro do custo total do camião pequeno.

A Tabela 7.1 mostra como, muitas vezes, dois veículos pequenos podem ser mais económicos do que um grande. A produtividade do veículo neste exemplo de dois veículos menores é 50% maior que a de um só veículo maior, e a

produtividade da força de trabalho correspondente é 25% mais elevada para os veículos pequenos. O uso de veículos pequenos também oferece mais flexibilidade para a operação e permite aceder a ruas mais estreitas. É importante lembrar que isto é apenas uma ilustração, e não deve ser usado como regra universal. Há situações em que é melhor usar-se um veículo grande. Devem ser feitas comparações entre veículos grandes e pequenos para cada situação. Maior nem sempre é melhor. Não se aplicam economias de escala em todas as situações. (Outros exemplos de cálculos são apresentados no Anexo A3.) É um erro comum ao seleccionar veículos



Foto 7.1 Recolha primária em Hanói, Vietname. Os moradores levam os seus resíduos.



Foto 7.2 Triciclos em Kunming, China – Carga atrás do condutor



a) A carga em frente do operador impede a visibilidade



b) Empurrando o triciclo para a estação de transferência



c) Uma longa fila de triciclos aguardando a transferência das suas cargas no ponto de encontro

Fotos 7.3 Recolha primária na cidade de Ho Chi Min, Vietname.

de recolha de resíduos considerar-se apenas uma pequena variedade de tipos e tamanhos de veículos. Os pontos que se seguem apresentam a ampla gama de tipos de veículos disponíveis e oferecem orientações práticas que podem levar a serviços económicos e fiáveis de recolha de resíduos sólidos.

7.3 PEQUENOS VEÍCULOS DE RECOLHA DE RESÍDUOS

7.3.1 Carrinhos de mão e triciclos

Carroças e carrinhos de mão movidos por pessoas podem ser apropriados quando as distâncias de transporte são curtas, normalmente até 1 km, e não há encostas íngremes. Os veículos movidos por pessoas podem ser a única opção viável em áreas habitacionais de alta densidade onde os veículos maiores não podem operar ou em áreas com tráfego muito congestionado. Triciclos de transporte de carga têm um alcance de cerca de 2 km, uma vez que podem ser pedalados para a área de recolha e, se bem projectados, podem até ser pedalados estando carregados. Podem ser operados por homens ou mulheres, mas em algumas culturas não é aceite as mulheres andarem de triciclos.

O modelo dos carrinhos de mão já foi discutido no âmbito da varredura de rua no ponto 6.3.3. Os exemplos que se seguem, relacionados com a recolha primária mais do que com a varredura de rua, ilustram alguns outros pontos relativos à concepção, uso e manutenção de carrinhos de mão e triciclos:

- Na cidade de Hanói, no Vietname, as mulheres usam carrinhos de mão para recolher resíduos, tocando um sino à medida que se vão aproximando para que os moradores levem os seus próprios resíduos para o carrinho de mão. Normalmente, o carrinho percorre cerca de 1,5 km durante uma volta de recolha. Os carrinhos são bem projectados e pintados de forma vistosa e têm rodas grandes para serem fáceis de empurrar. Os operadores de recolha usam uniformes interessantes e, assim, criam uma boa imagem para a cidade. (Foto 7.1) (No entanto, em muitos países, carrinhos de mão mal desenhados resultam em trabalho muito árduo para os operadores, baixa eficiência de mão-de-obra e uma imagem pobre para a cidade).
- Na cidade de Kunming, na China, os triciclos com contentores montados atrás, cada um deles operado por um homem, são usados para recolher resíduos de debaixo das calhas de lixo dos apartamentos de arranha-céus e levá-los para uma pequena estação de transferência a uma distância não superior a 1 km (Foto 7.2). Desta forma, cada

operador consegue recolher 2.200 kg de resíduos por dia, o que demonstra a eficiência do triciclo e o uso efectivo das pequenas estações de transferência. (O uso de pequenas estações de transferência é descrito no ponto 8.2.4).

- Na cidade de Ho Chi Minh, no Vietname, são usados triciclos transportadores de carga, com a carga na frente do veículo, para recolher resíduos das casas. Os resíduos são depois levados para pontos de encontro onde são carregados em camiões compactadores para serem transferidos para o local de deposição final. Podem, no entanto, ter que aguardar muito tempo no ponto de encontro (Foto 7.3.c) até à chegada do camião. Portanto, para minimizar as suas horas de trabalho, os operadores de triciclos recolhem as maiores cargas possíveis em cada vez, prolongando os taipais das carroçarias dos triciclos. Foram observados carregamentos até 1,5 m³. Como resultado, a carga é demasiado pesada para o ciclista pedalar e, estando na frente do operador, impede que este veja para onde está a seguir (Foto 7.3.a). Os triciclos têm, portanto, de ser empurrados por dois homens para o ponto de

encontro. A recente introdução de “pequenas estações de transferência” na cidade de Ho Chi Minh deve eliminar a espera em pontos de transferência e melhorar a eficiência da recolha de triciclos. A introdução de triciclos com cargas menores atrás do condutor e uma relação da transmissão de velocidades mais baixa deverão eliminar a necessidade de empurrar os triciclos.

Muitas das considerações sobre o modelo dos carrinhos mencionadas em conexão com a varredura de rua são também importantes para a recolha de resíduos. Em muitos casos, a capacidade de um carrinho para a recolha de resíduos deve ser maior do que a da varredura de rua – o que é muito bem ilustrado pelo facto de muitos dos que recolhem os resíduos os empilharem o mais alto possível nos seus carrinhos antes de se dirigirem para o ponto de transferência. Cargas maiores significam que o modelo e o estado em que se encontram as rodas são mais importantes. Os carrinhos de três ou quatro rodas afastam a necessidade de elevação ou balanceamento da carga e, se nenhuma das rodas girar em torno de um eixo vertical, os eixos devem ser posicionados de modo que seja fácil para o operador servir-se do seu peso para inclinar o carrinho ligeiramente, para que este curve para seguir numa direcção diferente. Ao conceber-se todo o sistema de recolha, deve-se dar particular atenção ao desenvolvimento de meios económicos e higiénicos para transferir os resíduos do carrinho para a etapa de transporte seguinte. Os resíduos podem ser transferidos por levantamento manual e esvaziando vários contentores, ou usando um elevador mecânico de contentores num camião, ou basculando o conteúdo num recipiente a um nível mais baixo.

Os operadores de carrinhos de mão muitas vezes retiram dos resíduos que recolhem itens que possam reciclar. Isso não é, de um modo geral, permitido oficialmente, mas é prática comum em muitos países. Em algumas situações, pode valer a pena considerar tentar melhorar esta reciclagem, fornecendo ganchos para sacos ou outros meios de armazenamento extra para recicláveis separados no carrinho e, eventualmente, uma bandeja que fique numa parte do carrinho sobre a qual os resíduos possam ser deitados para rápida triagem. Se esta triagem e reciclagem for permitida, não devem ser reduzidas as rotas de recolha, e os operadores de recolha devem poder optar por abster-se de reciclar (e, portanto, terminar o seu trabalho mais cedo) ou obter um pequeno rendimento extra da reciclagem, levando mais tempo para completar as suas tarefas diárias. Carrinhos de mão e triciclos, juntamente com carrinhos de tracção animal (que são discutidos em seguida) têm a vantagem de não exigirem que o operador tenha carta de condução.



a) É mais fácil levantar o burro com a carroça do que desfazer os arreios. (Pobre burro!)



b) Carrinho & arreios redesenhados permitem maior carga útil, melhor distribuição do peso e basculação mais fácil.

Fotos 7.4 Melhoramentos na recolha de resíduos com carroças de burros em Faisalabad, Paquistão.

7.3.2 Transporte de tracção animal

Burros, mulas, cavalos e búfalos são utilizados para puxar cargas em muitos países, incluindo o Paquistão e áreas rurais do Egito. Carrinhos de tracção animal podem ser eficazes na recolha de resíduos para distâncias até 5 km. Deve-se prestar atenção ao modelo dos carrinhos e aos arreios para minimizar as cargas que os animais devem suportar e simplificar a basculação. Em comunidades em declives acentuados com estradas de acesso não pavimentadas, burros e mulas podem transportar resíduos em cestos de vime (um recipiente de cada lado).

Em Faisalabad, no Paquistão, um estudo recente mostrou que as carroças de burros existentes eram ineficientes, devido à sua pequena capacidade de carga e ao seu lento esvaziamento. Era também desnecessariamente difícil os burros puxarem-nas por causa do seu fraco equilíbrio e lentidão de descarga devido aos seus ineficientes arreios (Foto 7.4.a). Foi projectado um novo tipo de carroça de burro que aumentou consideravelmente a capacidade de carga, reduzindo o peso sobre os burros e melhorando a imagem e estatuto dos que recolhem os resíduos (Foto 7.4.b).

No Cairo (Egito), os resíduos eram tradicionalmente recolhidos pelos Zabaleen³¹ usando carroças de burros puxadas por até três burros. Estas carroças foram muito mal concebidas e foram equipadas com rodas feitas de partes de veículos blindados abandonados. Os burros eram

31. Zabaleen é o nome dado a um grupo de pessoas que migraram do alto Egito para o Cairo e que ganham a vida recolhendo e reciclando resíduos das partes mais prósperas da cidade.

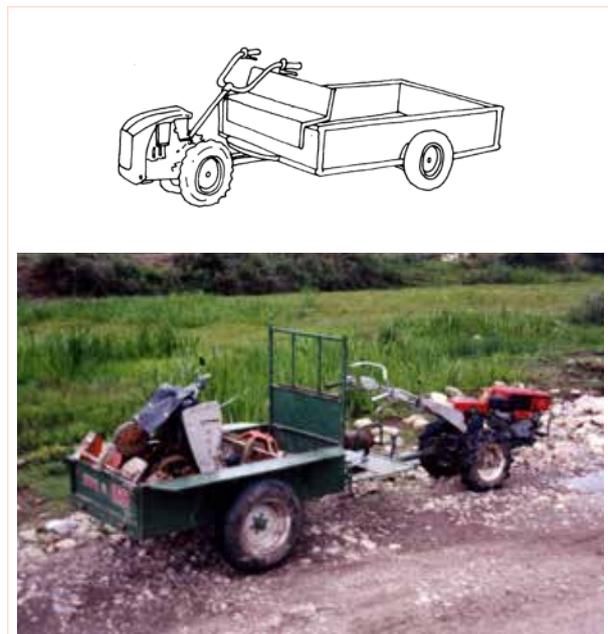


Figura 7.6 e Foto 7.6 Tractor de duas rodas de baixo custo adaptado para recolha de resíduos.



Foto 7.5 Motociclo e reboque (Vietname).

alimentados com resíduos alimentares separados da mistura de resíduos que recolhiam. Dizia-se que essas carroças causavam um congestionamento considerável de tráfego, além de terem sido consideradas extremamente antiestéticas e inapropriadas numa cidade do tamanho e com o estatuto do Cairo. A partir da década de 80, os Zabaleen foram instruídos a deixar de usar carroças de burros, pelo que as substituíram por carrinhas com taipais elevados. Ocasionalmente, ainda são vistas carroças de burros no Cairo, principalmente para recolher cartão segregado.

Mais informação sobre carrinhos de tracção animal pode ser encontrada nas publicações listadas no Anexo A6.2.2.

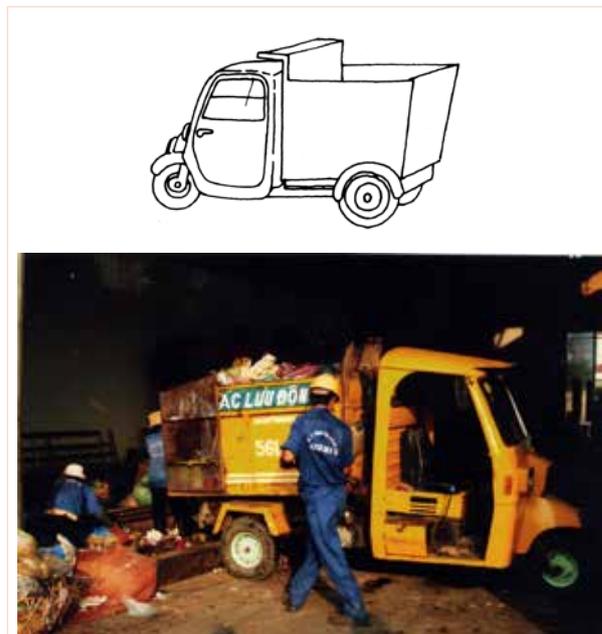


Figura 7.7 e Foto 7.7 Triciclo motorizado.

7.3.3 Reboques de motocicletas

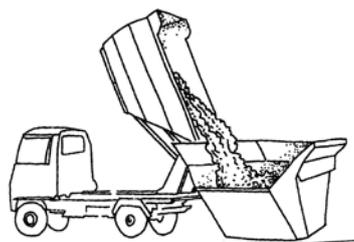
Também são usados para recolha de resíduos pequenos reboques de duas rodas puxados por motocicletas. A capacidade dos reboques é pequena, mas podem percorrer trilhos estreitos e mover-se rapidamente, mesmo através de tráfego intenso. São especialmente adequados para recolha de áreas de baixa densidade habitacional, devido à sua velocidade. Os regulamentos de trânsito podem proibir o seu uso em alguns países. Apresenta-se um exemplo na Foto 7.5.

7.3.4 Tractores de duas rodas (moto-cultivadores)

Foram adaptados pequenos tractores de duas rodas controlados por pedestres (moto-cultivadores), tipicamente com motores a diesel de cilindrada única de 6 kw a 12 kw, para serem utilizados como veículos de recolha de resíduos em países como o Sri Lanka, o Gana e o Quênia (ver Figura 7.6). Estes tractores fabricados na China podem resultar num veículo de recolha primária de muito baixo custo para distâncias de transporte até 8 km. As baixas velocidades (até 20 km/h), a falta de suspensão e a limitada capacidade de transporte de resíduos impedem a sua utilização mais ampla como veículos de recolha de resíduos, mas podem desempenhar um papel útil como veículos de recolha primária onde existam curtas distâncias de transporte ou onde possam descarregar os seus resíduos em veículos maiores ou em estações de transferência. A baixa velocidade do motor dá a estes veículos uma vida longa, sem problemas, e um consumo de combustível muito pequeno. Em alguns países, deve ser obtida uma “aprovação tipo” especial antes de poderem ser usados legalmente nas estradas. Uma conversão de um mini-cultivador típico pode transportar resíduos sólidos em oito ou dez contentores de 100 a 120 litros, que são suficientemente leves para serem levantados manualmente por dois homens e esvaziados em recipientes nos pontos de transferência.

7.3.5 Triciclo motorizado

Os triciclos motorizados são fabricados na Índia e em alguns outros países onde são amplamente utilizados como táxis locais. As adaptações deste veículo comum para recolha de resíduos sólidos estão equipadas com uma carroçaria aberta ou fechada, com uma capacidade de aproximadamente 1 m³ (ver Figura 7.7). Estão em uso em muitos países asiáticos e começam a aparecer em vários países africanos. Possuem as vantagens de largura estreita e velocidade relativamente elevada (até 30 km/h) e, portanto, podem operar em centros urbanos congestionados num raio de aproximadamente 5 km de uma estação de transferência. As versões anteriores eram equipadas com motores a gasolina de dois tempos que tinham consumos de combustível relativamente altos e cau-



a) mostrando a altura de carregamento conveniente



b) descarregando a carga directamente no contentor

Figura 7.8 e Fotos 7.8 Microcamião com carroçaria basculante.

savam bastante poluição do ar. Versões mais recentes estão agora disponíveis, equipadas com motores a diesel económicos de cilindro único ou motores de quatro tempos que são menos poluentes.

Estes veículos são muito adequados para uso com pequenas estações de transferência e podem ser basculados manualmente – por dois homens que levantam a frente do veículo – ou por simples cilindros hidráulicos de propulsão manual.

As desvantagens deste tipo de veículo são as rodas pequenas (que podem não ser adequadas para estradas muito acidentadas) e a falta de espaço de cabine para as equipas de carregamento. São frequentemente operados por um condutor e um cantoneiro de recolha.

7.3.6 Microcamião com carroçaria para resíduos

Microcamiões pequenos (Figura 7.8) podem ser equipados com carroçarias basculantes de recolha de resíduos, geral-

mente com capacidades até 1,5 m³ com topos abertos ou tampas articuladas. Os camiões básicos são fabricados em vários países, incluindo o Japão, a China, a Índia e o Egipto, e estão amplamente disponíveis. As carroçarias convencionais e basculantes podem ser fabricadas localmente. Camiões deste tipo provaram ser muito fiáveis em várias cidades egípcias. As carroçarias basculantes convencionais são muito adequadas para uso com pequenas estações de transferência (ponto 8.2.4) e as carroçarias com sistema basculante elevado permitem que esses camiões descarreguem directamente para grandes contentores de transferência. O tamanho pequeno da roda e a baixa altura do chassis resultam em alturas de carregamento baixas e convenientes, permitindo um rápido carregamento, mas não são adequadas para estradas muito esburacadas, devido à pequena folga relativamente ao solo. Com larguras de apenas 1,5 m, podem chegar a muitas áreas onde os veículos de maiores dimensões não podem ir e são muito bons em condições de tráfego intenso. No momento em que se está a produzir este texto, apenas estão disponíveis camiões deste género com motores a gasolina, esperando-se para breve versões económicas com motores a diesel.

7.4 TRACTORES E REBOQUES AGRÍCOLAS

7.4.1 Tractores

Por causa do uso generalizado e do custo relativamente baixo dos tractores agrícolas nos países em desenvolvimento, o tractor e reboque aberto convencional é uma combinação comum. Os tractores têm uma vida económica mais longa do que os camiões devido às baixas velocidades do motor e à construção simples. Não têm suspensões (molas de eixo) e as suas cabines são simples, com muito poucas peças de chapa metálica, sendo, por isso, muito resistentes à corrosão. É uma prática normal amortizar camiões em sete anos e tractores em dez anos, de modo que os seus custos de depreciação são bastante reduzidos (ver ponto 10.3.1). Os tractores têm menor consumo de combustível e menores custos de manutenção em relação aos camiões. Além disso, é possível remodelar completamente um tractor a um custo muito menor do que um camião. Por exemplo, podem ser usadas regularmente apenas duas ou três das oito velocidades de um tractor para que o desgaste da transmissão seja reduzido, e as caixas de velocidades em si são muito simples porque não possuem sincronizador. Portanto, é possível manter os tractores a funcionar por períodos muito mais longos apenas com reparações simples. Os tractores estão equipados com bombas hidráulicas para operar os seus braços de

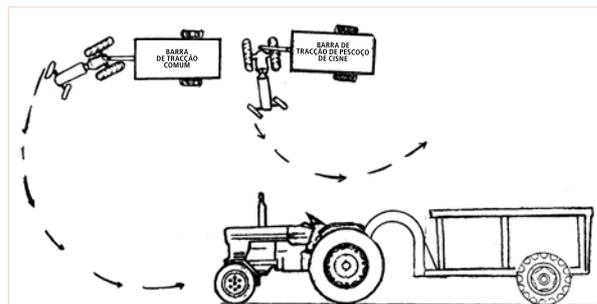


Figura 7.9 A barra de tracção de reboque pescoço de cisne melhora a manobrabilidade.



a) Este modelo permite uma maior capacidade e um mais fácil carregamento, e a barra de tracção de pescoço de cisne permite uma maior manobrabilidade



b) A carroçaria é mais larga no topo



c) Deve haver espaço livre suficiente entre a barra de tracção e as rodas do tractor para permitir o uso num piso irregular

Fotos 7.9 Reboque de baixa altura de carregamento com barra de tracção de pescoço de cisne.

elevação traseira, e estão disponíveis conexões hidráulicas externas para a operação de reboques basculantes e outro equipamento.

É muito comum o uso de tratores agrícolas para a recolha de resíduos em países em desenvolvimento (e também em países industrializados) pela sua fiabilidade e seu custo relativamente baixo. Embora a sua mais lenta velocidade de estrada (geralmente 30 km/h) seja por vezes criticada, podem acompanhar tráfego urbano lento, mas são mais lentos que outro tráfego nas estradas que levam a locais de deposição final. Os sistemas de tractor são geralmente considerados apropriados para distâncias de transporte até 20 km, mas ocasiões houve em que foram utilizados para distâncias de 40 km e mais. Os tratores devem estar equipados com assentos seguros para qualquer tripulação e alguns modelos oferecem pouco conforto para o motorista.

O rácio potência-peso de uma combinação de tractor e reboque carregada determina o consumo de combustível, a velocidade e a taxa de aceleração. Um rácio potência-peso de cerca de 6,0 cv (4,5 kw) por tonelada de peso bruto é suficiente para que um tractor acompanhe o tráfego urbano e proporcione uma aceleração suficiente, mas esta deve ser aumentada quando há colinas íngremes ou altitudes elevadas. Os índices de potência indicados pelos fabricantes de tratores são determinados a uma altitude de 150 metros acima do nível do mar, podendo esperar-se perdas de potência de cerca de 3,5% para cada aumento de altitude de 300 metros. Além disso, pode prever-se uma perda de potência de 2% para cada aumento de temperatura de 5,5°C acima de

Tabela 7.2 Rácio típico potência-peso

Peso do tractor	1.750 kg
Peso do reboque vazio	1.500 kg
Peso máximo da carga de resíduos	4.250 kg
Peso bruto	7.500 kg ou 7,5 t
Rácio potência-peso de um tractor de 45 cv	45/7,5 = 6 cv/t

30°C. Na maioria dos casos, um tractor de 45 cv (34 kW) é apropriado para recolha de resíduos e adequado para um peso bruto de 7,5 toneladas. Normalmente, isso seria feito conforme ilustra a Tabela 7.2.

Assim, um tractor de 45 cv seria adequado para operações a baixa altitude em terrenos razoavelmente nivelados, mas, por exemplo, a uma altitude de 1.500 m e uma temperatura ambiente de 40°C e terreno montanhoso, seria mais adequado um tractor de 50 a 55 cv para as cargas que se apresentam na Tabela 7.2.

Um tractor deste tamanho, juntamente com um bom

reboque, custa normalmente metade do que custa um camião basculante com a mesma capacidade de carga. Os custos operacionais e financeiros anuais do tractor e do reboque podem ser de cerca de 40% dos custos do camião. O reboque é mais rápido e mais higiénico de carregar se tiver uma menor altura de carga (o que pode ser organizado melhorando o modelo do reboque, conforme discutido no ponto que se segue).

Existem também tratores menores de quatro rodas que têm cerca de um metro de largura e podem puxar reboques de largura similar. Veículos deste tipo podem ser usados em becos estreitos, por exemplo, na Cidade Velha de Jerusalém.

7.4.2 Reboques

Apesar das vantagens de baixos custos, boas perspectivas de manutenção e adequação para uso em estradas deficientemente pavimentadas, a combinação tractor e reboque aberto não tem sido geralmente utilizada em todo o seu potencial na recolha de resíduos porque os reboques de uso geral, que são comumente usados, têm pequenas capacidades e falta-lhes a manobrabilidade necessária em ruas estreitas com esquinas apertadas. Para áreas com ruas estreitas, a largura do reboque pode ser a mesma que a largura do tractor (cerca de 1,7 metros), mas noutros casos o reboque pode ser de 2,0 a 2,2 metros de largura.

Um reboque de tractor convencional, quando fornecido com um tractor de 45 cv, tem uma carroçaria com dimensões internas de 3,0 m de comprimento e 2,0 m de largura, com taipais de 0,4 m de altura, de modo que a capacidade da carroçaria, mesmo quando os resíduos são amontoados acima dos taipais, é de apenas cerca de 3,0 m³. A carroçaria de base plana fica acima das rodas, pelo que, dependendo do tamanho da roda, a altura de carregamento desses reboques para fins gerais é de cerca de 1,6 metros. Se os resíduos tiverem uma densidade de 500 kg/m³, o reboque pode transportar, no máximo, uma carga de apenas 1.500 kg, que é menos de metade da capacidade de carga do tractor. (A densidade dos resíduos imediatamente após o carregamento é frequentemente inferior ao valor aqui utilizado, indicando que não é incomum o peso no reboque ser significativamente menor que esta estimativa).

O tamanho da carroçaria apropriado para este tractor pode ser calculado dividindo a carga máxima de resíduos pela densidade dos resíduos naquela situação particular. Por exemplo, se a densidade média dos resíduos for de 500 kg/m³, o tractor de 45 cv referido acima deve ter uma capacidade máxima de reboque (quando a carga é amontoada acima dos taipais) de 8,5 m³ se estiver a operar ao nível do mar e a temperaturas ambiente abaixo de 30°C, ou 6 m³ às altitudes mais elevadas e temperaturas ambiente referidas no

ponto anterior.

Pode ser produzido um reboque de resíduos muito melhorado com uma baixa altura de carregamento se a base (ou piso) do reboque for rebaixada de modo a ficar entre as rodas do reboque e que os taipais se inclinem sobre as rodas para aumentar a capacidade coroada para 5 m³ ou mais (ver Foto 7.9).

Uma outra desvantagem do reboque convencional é a sua barra de tracção estar presa entre as rodas do tractor, de modo que o círculo de curvatura é limitado pelo bater da barra de tracção nas rodas. Para melhorar a sua manobrabilidade, o reboque pode ser equipado com uma barra de tracção de “pesçoço de cisne” que permita que a roda do tractor passe por baixo da barra de tracção durante uma curva apertada (ver Figura 7.9), mas isso requer também que seja instalado no tractor um acoplamento de barra de tracção especial.

O eixo do reboque deve ser localizado de modo a transferir cerca de 1.000 kg de carga descendente para a barra de tracção do tractor quando totalmente carregado, reduzindo assim o peso nas rodas do reboque e adicionando peso às rodas traseiras do tractor para melhorar o desempenho em piso mole em aterros sanitários. O peso extra melhora a tracção das rodas traseiras, reduzindo o deslizamento, e há menos peso nas rodas dianteiras, de modo que não são forçadas a afundar na massa de resíduos. Esta modificação da distribuição de peso torna um tractor convencional tão eficaz quanto um tractor 4x4 em piso mole, a um custo consideravelmente menor. Com esta distribuição de peso modificada, uma combinação de tractor e reboque pode percorrer um piso mole onde um camião ficaria “atolado”.

Os tractores também podem traccionar reboques de recolha de contentores especiais que podem recolher, transportar e descarregar contentores cheios de resíduos, traduzindo-se num sistema de transferência de resíduos muito eficaz. Esta questão é tratada nos pontos 5.3.5 e 7.9.1, juntamente com uma proposta para uma versão basculante elevada desse tipo de reboque.

7.5 CHASSIS E CABINES DE CAMIÃO

7.5.1 Chassis

Os camiões de recolha de resíduos podem ser considerados como sendo constituídos por três partes: chassis, cabine e carroçaria para carga. Muitas vezes, há opções de cabines disponíveis para qualquer chassis particular. A carroçaria é geralmente montada no chassis pelo fabricante da carroçaria, mas a maior parte delas pode ser montada no chassis de muitas marcas diferentes, sendo, por isso, importante que

se especifique o chassis/cabine e a carroçaria separadamente, embora, é claro, eles devam ser compatíveis. Este ponto aborda a selecção do chassis, enquanto os seguintes analisam os diferentes tipos de carroçaria que podem ser montados no chassis do camião.

Os camiões podem ser divididos em três principais categorias:

- Micro camiões com capacidades de carga até 1 tonelada e largura típica de cerca de 1,8 m (ver ponto 7.3.6).
- Camiões pequenos (ou ligeiros) com capacidades de carga até 4 toneladas e largura de 2,0 m. Têm normalmente pneus de 16 polegadas, proporcionando uma baixa altura do chassis e uma correspondente baixa altura de carga.
- Camiões grandes com capacidades de carga de 7 a 12 toneladas com pneus de 20 polegadas. As alturas do chassis variam de fabricante para fabricante, com o consequente efeito sobre a altura de carregamento de qualquer carroçaria que esteja instalada, mas esses camiões têm, inevitavelmente, alturas de carga elevadas.

Ao seleccionar um chassis de veículo para recolha de resíduos, o primeiro passo é decidir sobre a categoria de camião necessária (micro, pequena ou grande) e então estudar a gama de chassis de camião que estão disponíveis no país em causa. A primeira questão essencial deve ser escolher um camião com boas peças sobressalentes e boa revisão, independentemente do país de origem. Uma rápida pesquisa de todos os camiões que operam na área em questão reduzirá a escolha a um pequeno número de marcas diferentes que são populares. Discussões com os operadores de camiões revelarão quais os chassis com bom desempenho e um bom histórico de serviços nesse país. Uma visita ao importador ou revendedor do chassis com maior probabilidade de escolha indicará que *stocks* de peças sobressalentes são mantidos, que modelo particular desse chassis é preferido e quais os tamanhos do chassis (distância entre eixos) e as especificações do motor e da transmissão disponíveis. As caixas de velocidades manuais são muitas vezes preferidas porque são mais fáceis de manter, mas os motoristas não qualificados podem rapidamente desgastar o disco da embraiagem de um camião que faça muitas paragens na sua rota de recolha. Devido a esse problema com as embraiagens, e para simplificar a tarefa de condução, as transmissões automáticas podem ser especificadas onde for assegurada uma boa manutenção desse tipo de transmissão.

Em geral, os camiões maiores estão equipados com motores a diesel e os mais pequenos estão disponíveis com a possibilidade de escolha de motor a gasolina ou a diesel. Os motores a diesel são mais económicos e geralmente têm

maior durabilidade que os motores a gasolina.

Existem muitos tamanhos e tipos de chassis de caminhão diferentes que podem ser adaptados para recolha de resíduos, com diferentes larguras, capacidades de carga, tamanhos de roda, alturas de chassis, tamanhos de motor, distâncias entre os eixos dianteiro e traseiro, transmissões (automáticas ou manuais), suspensões e sistemas de travagem. Alguns chassis podem ser mais adequados para viagens rápidas em boas estradas e outros para condições mais árduas – más estradas, colinas íngremes, ambientes empoeirados, etc.

O chassis pode ter um ou dois eixos traseiros e rodas individuais ou duplas em cada eixo. Um chassis com um único eixo traseiro é comumente designado por caminhão 4 x 2 (4 rodas, duas das quais são movidas pelo motor. Não é feita diferenciação entre rodas simples e duplas). Um caminhão com um eixo traseiro duplo é comumente designado por caminhão 6 x 4 se todas as rodas traseiras forem accionadas. Camiões 4 x 4, 6 x 6 e 8 x 4 não são normalmente usados para recolha de resíduos. Quando um caminhão com dois eixos dá uma curva apertada, as rodas traseiras ficam sujeitas a forças laterais que são transmitidas à superfície da estrada enquanto rolam para a frente ou para trás. Este movimento de “fricção” aumenta a taxa de desgaste dos pneus e danifica a superfície da estrada. Um método para reduzir os efeitos desse problema é levantar um dos eixos da estrada quando o veículo não está totalmente carregado. Um chassis deste tipo não será adequado para condução nos locais de deposição final, pois o eixo que pode ser levantado não é accionado

pelo motor. (Ver Anexo A4.4.6 para mais comentários sobre a condução nos locais de deposição final).

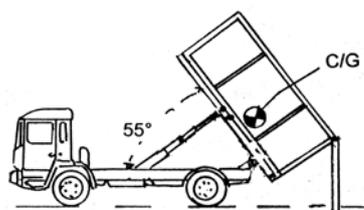
Ao seleccionar um chassis para recolha de resíduos, o aspecto mais importante é garantir que haja capacidade de revisão local e um fornecimento abrangente de peças sobressalentes para o chassis e cabine básicos de caminhão e, sempre que possível, que as carroçarias de caminhão sejam fabricadas localmente para se assegurar que estejam prontamente disponíveis peças sobressalentes para a carroçaria. (Esta questão foi tratada no ponto 7.1.8.)

7.5.2 Cabines

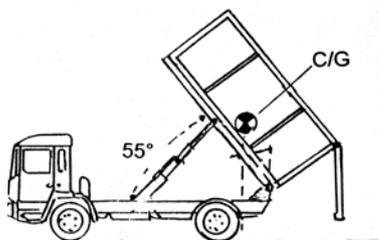
Além da localização do banco do motorista (condução à esquerda ou à direita), um aspecto importante da especificação da cabine é a acomodação da equipa. O tamanho da equipa é determinado por muitos factores, incluindo o método de carregamento, a altura de carregamento, os níveis salariais e acordos com sindicatos. Andar nos resíduos não é aceitável por razões de saúde e segurança. Plataformas traseiras para a tripulação são comuns na maioria dos países, mas só devem ser usadas para curtas distâncias. As cabines singulares geralmente podem acomodar apenas dois cantoneiros de recolha, de modo que deveriam ser especificadas cabines duplas (com duas filas de assentos) se tiverem que andar com o caminhão mais trabalhadores (e talvez um encarregado), a menos que seja proporcionada acomodação satisfatória na carroçaria atrás da cabine.

Os veículos que descarregam as suas cargas em estações de transferência ou estações de tratamento podem estar a circular sempre em estradas pavimentadas uniformes. Para essas tarefas, os camiões podem ser equipados com cabines com entrada baixa que permitam que a equipa entre nelas e saia de forma rápida e cómoda. Tais cabines não são adequadas para veículos que circulem sobre pisos moles e irregulares em locais de deposição final porque o fundo, bordo dianteiro da cabine, vai bater nos resíduos depositados, danifica-se e impede que o veículo se mova para a frente. Além disso, essas cabines aumentam consideravelmente o custo e têm de ser importadas especialmente, com o consequente problema na obtenção de peças sobressalentes.

Em climas quentes pode ser especificado o ar condicionado, particularmente porque janelas abertas na maioria dos locais de deposição final no mundo em desenvolvimento atraem grande quantidade de moscas.



a) Posição de articulação convencional de um caminhão basculante: a carroçaria não retornará por gravidade e a porta traseira toca no solo



b) Posição de articulação melhorada: a carroçaria retorna por gravidade e há uma boa folga abaixo da porta traseira

Figura 7.10 A localização do ponto em que a carroçaria é articulada ao chassis é um exemplo de um detalhe de concepção que pode ter um grande impacto na operação de um veículo.

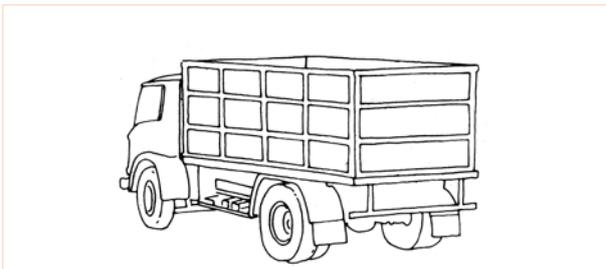


Figura 7.11 Veículo de caixa aberta de taipais elevados.



Foto 7.10 Veículo de taipais elevados com portas laterais para apoiarem no carregamento.

quando de carroçaria não compactadora, para se otimizar a utilização e produtividade do veículo. A natureza e o modelo da carroçaria têm um efeito significativo na velocidade de carregamento dos resíduos e, portanto, na quantidade de resíduos que podem ser recolhidos diariamente. As carroçarias de transporte sem compactação requerem um espaço de carga maior do que uma carroçaria compactadora para permitir ao veículo atingir a sua carga útil. São, contudo, mais leves e, portanto, permitem maiores cargas úteis do que as compactadoras em todos os casos em que a densidade é suficientemente elevada para que possa ser transportada no camião uma carga económica. As carroçarias não compactadoras têm invariavelmente custos de investimento, operação e manutenção mais baixos do que as carroçarias de compactação (que possuem mecanismos onerosos em contacto directo com resíduos abrasivos e corrosivos). Esse aspecto é explicado mais detalhadamente na Figura 7.21 e na Tabela 7.3, no ponto 7.8.1.

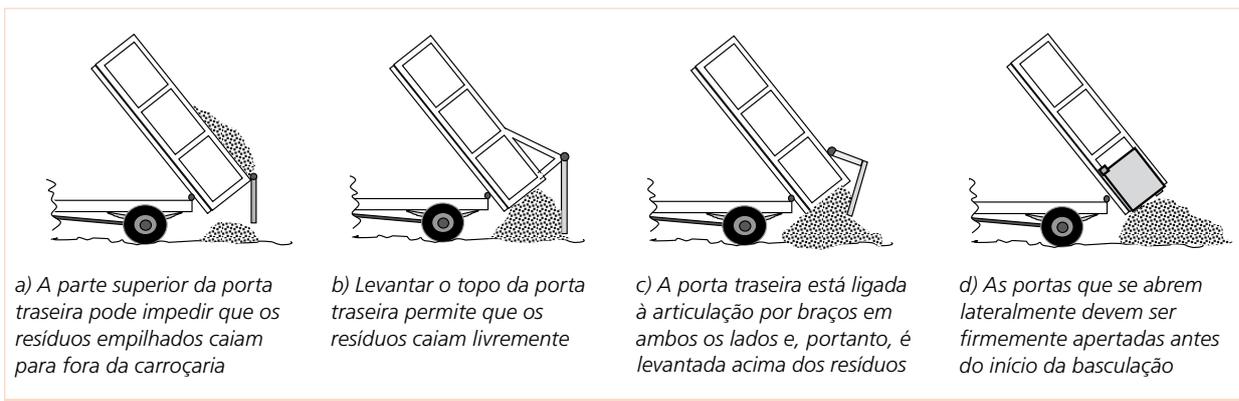
A atenção aos pequenos detalhes do modelo é fundamental para qualquer carroçaria de resíduos. A maioria das não compactadoras são esvaziadas por um mecanismo basculante. A Figura 7.10 ilustra como uma localização do ponto de articulação numa carroçaria basculante pode fazer a diferença entre um veículo de recolha de resíduos eficiente e um inefficiente que não retornará à posição rebaixada e sofrerá danos assim que for posto em funcionamento. A Figura 7.10 ilustra uma carroçaria de camião basculante mal concebida. A Figura 7.10.b mostra uma bem concebida.

Os camiões basculantes convencionais de taipais baixos têm geralmente ângulos de inclinação de 48° e o ponto de articulação da carroçaria é cerca de 40 cm avançado relativamente à parte traseira desta. No entanto, os veículos de recolha de resíduos devem ter ângulos de basculação de pelo menos 55°, caso contrário os resíduos não deslizarão da carroçaria inclinada devido à fricção entre a carroçaria e os resíduos. Se os lados de um camião basculante convencional forem levantados, pode haver uma série de problemas,

7.6 CARROÇARIAS DE VEÍCULOS DE RECOLHA NÃO COMPACTADORES

Os pontos que se seguem descrevem alguns dos vários tipos de carroçarias alternativas para veículos motorizados que não reduzem o volume dos resíduos que transportam compactando hidráulicamente.

Na maioria dos países em desenvolvimento, os resíduos são suficientemente densos para que a carga total do camião de resíduos seja atingida sem os compactar. Nestas circunstâncias, há pouca necessidade de se usarem veículos compactadores caros, complexos e pesados. Mesmo assim, é necessária alguma ponderação na selecção do tipo mais ade-



a) A parte superior da porta traseira pode impedir que os resíduos empilhados caiam para fora da carroçaria

b) Levantar o topo da porta traseira permite que os resíduos caiam livremente

c) A porta traseira está ligada à articulação por braços em ambos os lados e, portanto, é levantada acima dos resíduos

d) As portas que se abrem lateralmente devem ser firmemente apertadas antes do início da basculação

Figura 7.12 Opções de concepção da parte traseira de carroçarias abertas de camião basculante.

incluindo os seguintes:

- Se for utilizado o ângulo de basculação de 55° necessário, o centro de gravidade (C/G) da carroçaria ficará atrás do ponto de articulação, especialmente quando estiver virado para cima. Quer isto dizer que a carroçaria não retornará por gravidade após uma basculação. Isso pode ser superado montando um êmbolo basculante especial com uma primeira etapa de acção dupla, o que, no entanto, é caro e exige uma válvula especial e mangueiras hidráulicas adicionais para o operar. A Figura 7.10.b ilustra como, simplesmente passando o ponto de articulação para trás, o C/G da carroçaria basculante fica para a frente do ponto de articulação, de modo que a carroçaria retornará por gravidade.
- Se está localizada muito para a frente, a porta traseira tocará no chão quando a carroçaria estiver inclinada, o que significa que ficará rapidamente danificada e não poderá fechar-se.

Este exemplo mostra como uma mudança de concepção muito pequena pode ter um impacto muito significativo na eficiência e eficácia de um veículo de recolha de resíduos.

7.6.1 Veículos de caixa aberta de taipais elevados

Veículos de caixa aberta de taipais elevados são camiões basculantes convencionais com os lados prolongados para cima para aumentar a sua capacidade. Exemplos desse tipo de veículo são apresentados na Figura 7.11 e na Foto 7.10.

Estes veículos são extremamente lentos e de carregamento não higiénico, pois os resíduos devem ser passados do nível do solo para um trabalhador dentro do camião que distribui a carga ou, alternativamente, devem ser atirados para a carroçaria por meio de garfos ou pás. Ambas as operações de carregamento são anti-higiénicas, especialmente porque implicam a elevação de resíduos acima da cabeça dos cantoneiros de recolha, resultando na queda de resíduos sobre as suas cabeças e na área circundante. Embora este tipo de veículos seja amplamente utilizado em países em desenvolvimento, onde, frequentemente, são montados e se encontram prontamente disponíveis, eles são talvez, os menos rentáveis de todos os veículos que não compactam. Carroçarias de taipais elevados instaladas em chassis de camião maiores têm alturas de carregamento geralmente superiores a 2,5 m (ver Foto 7.10). Camiões menores são mais fáceis e mais rápidos de carregar, embora ainda tenham excessivas alturas de carregamento. A lenta velocidade de carregamento causada pelas elevadas alturas de carregamento resulta na necessidade de um número excessivo desses veículos. Existe também a tendência de voarem resíduos leves ou soltos do topo do camião



Foto 7.11 Descarregamento manual de camião rígido no local de deposição final.

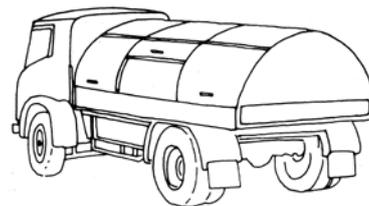


Figura 7.13 e Foto 7.12 Veículo de recolha de caixa semi-cilíndrica (carregamento lateral).

durante a viagem, a menos que os cantoneiros sejam instruídos no sentido de colocarem uma rede ou lona sobre a carga, instrução que tem de ser rigorosamente aplicada.

Se a carga estiver empilhada acima dos lados de um camião de carroçaria aberta e continuar acima deles no final da viagem, mesmo após a vibração ter reduzido o volume da carga, pode haver problemas no descarregamento do veículo quando a massa de resíduos coesivos atinge o topo da porta de descarga, conforme ilustrado na Figura 7.12.a. Este problema pode ser evitado aumentando a parte superior da porta traseira como mostra a Figura 7.12 (b e c). Uma abordagem alternativa é usar duas portas de descarga que sejam articuladas nos lados da carroçaria (Figura 7.12.d), desde que sejam firmemente apertadas aos lados da carroçaria antes da basculação. (Se não estiverem firmemente apertadas, voltarão a girar quando a carroçaria estiver inclinada, causando sérios ferimentos a quem se encontre próximo e eventualmente danificando-se se chegarem ao chão e forem forçadas pelo mecanismo basculante.)



Figura 7.14 e Foto 7.13 Sistema tipack - simples, de baixo custo, mas de carregamento lento.

Essas considerações também podem ser relevantes para outros tipos de veículos de recolha não compactadores.

Os contratos que envolvem o fornecimento de camiões para serviços de recolha e que são por um período muito curto muitas vezes resultam em entidades contratadas usando veículos muito antigos que não basculam para descarregar (conhecidos como camiões de carroçaria rígida ou fixa). Usam esses veículos porque são baratos e podem ser usados para outros fins se os seus contratos de recolha de resíduos não forem renovados. Tais veículos podem ter uma altura de carregamento inferior à dos que têm carroçarias basculantes, mas o tempo extra para os descarregar manualmente e os riscos adicionais de saúde para os trabalhadores tornam-nos menos aceitáveis do que os camiões basculantes abertos (Foto 7.11).

7.6.2 Veículos de caixa semi-cilíndrica de carregamento lateral

Estes veículos geralmente têm topos em forma de metade de um cilindro nas carroçarias e podem ser carregados de cada lado através de portas deslizantes curvas, e basculam-se para esvaziar (Ver Figura 7.13 e Foto 7.12). Este tipo de veículo é possivelmente a forma mais comum de veículo especializado de recolha de resíduos encontrado em países em desenvolvimento. No entanto, são geralmente instalados em chassis de camião de curta distância entre os eixos que são concebidos para manusear materiais pesados, como areia, materiais de construção e entulho, e, assim, as carroçarias são curtas e têm uma pequena capacidade. Estes veículos raramente carregam cargas de resíduos razoáveis. Muitas vezes, os chassis de camião usados são projectados para transportar cargas

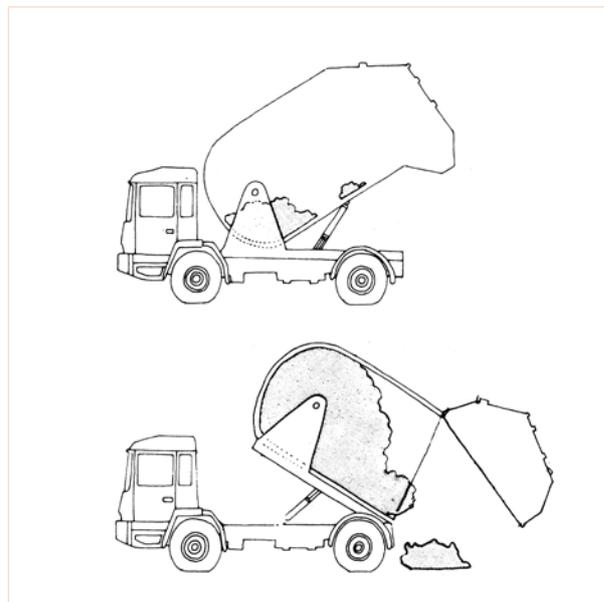


Figura 7.15 Basculante para a frente e para trás - eficiente para resíduos de alta densidade.

úteis de 5 toneladas ou mais, mas os veículos raramente atingem cargas efectivas de mais de 2 toneladas.

As alturas de carregamento são determinadas pelo tamanho das rodas do camião e pela altura dos lados. Em camiões grandes, com carroçarias altas, os cantoneiros de recolha não conseguem alcançar o centro da carroçaria e carregá-lo completamente, e, portanto, a carroçaria do veículo deve ser construída num chassis pequeno com pequenos diâmetros de roda e larguras de carroçaria reduzidas. Na maioria dos países em desenvolvimento, as principais vantagens são baixos custos de investimento e fácil fabrico local.

A produtividade deste tipo de veículo de recolha depende da natureza e do tipo de armazenamento de resíduos adoptado. Onde são utilizados pequenos contentores padronizados, facilmente levantados pelos operadores de recolha, a produtividade do veículo pode ser maximizada. No entanto, quando são utilizados contentores de armazenamento excessivamente pesados, como, por exemplo, tambores de óleo de 200 litros, podem ser necessários cerca de cinco trabalhadores para carregar os resíduos, e pelo menos um deles precisará de estar dentro do veículo durante a operação de carregamento. Esta prática é anti-higiénica e perigosa e não se justifica, mesmo se aumentar a produtividade do veículo. A produtividade do veículo é drasticamente reduzida quando os equipamentos de armazenamento de resíduos exigem que sejam despejados no solo antes de serem carregados no veículo usando cestas ou ancinhos. A produtividade desses veículos é mais alta quando os resíduos são armazenados em contentores de capacidade tipicamente não superior a 80 litros para facilitar o carregamento.

À medida que esses veículos vão envelhecendo, é fre-

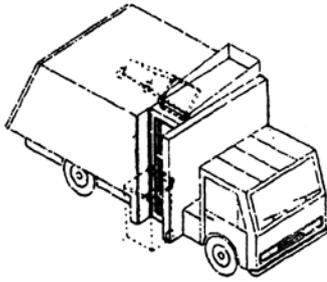


Figura 7.16 e Foto 7.14 Camião não compactador com elevador de contentores.

quente os tampos fiquem danificados ou corroídos, não podendo ser fechados. Como resultado, partes leves dos resíduos podem voar durante o transporte para o local de deposição final.

7.6.3 Veículos fechados de taipais elevados de carregamento dianteiro

Estes veículos, conhecidos como “*tipacks*”, são bastante comuns em alguns países da África Austral. Têm um degrau para uma plataforma atrás da cabine do motorista, com uma abertura na frente da carroçaria através da qual os resíduos são carregados (ver Figura 7.14 e Foto 7.13). Os resíduos são passados para um trabalhador na plataforma que enche a frente da carroçaria, e, quando a secção da frente está cheia, a carroçaria é inclinada para trás com as portas traseiras fechadas de modo que os resíduos deslizem para trás. A carroçaria é então descida e a operação é repetida até o veículo ficar cheio. A carroçaria é esvaziada abrindo as portas traseiras e basculando-a. Essas carroçarias podem ter grandes capacidades, mas são de carregamento lento, pois só há espaço para acomodar um trabalhador na plataforma e a velocidade de carregamento depende desse único homem. Não podem ser usados grandes contentores de armazenamento, uma vez que o peso dos contentores cheios não deve ser demasiado para um homem manipular e o espaço onde este cantoneiro funciona é restrito. No entanto, a produtividade do veículo é consideravelmente maior que a do camião aberto de taipais elevados. A carroçaria é facilmente produzida localmente em países em desenvolvimento e tem a vantagem de ser fechada, evitando assim que os resíduos

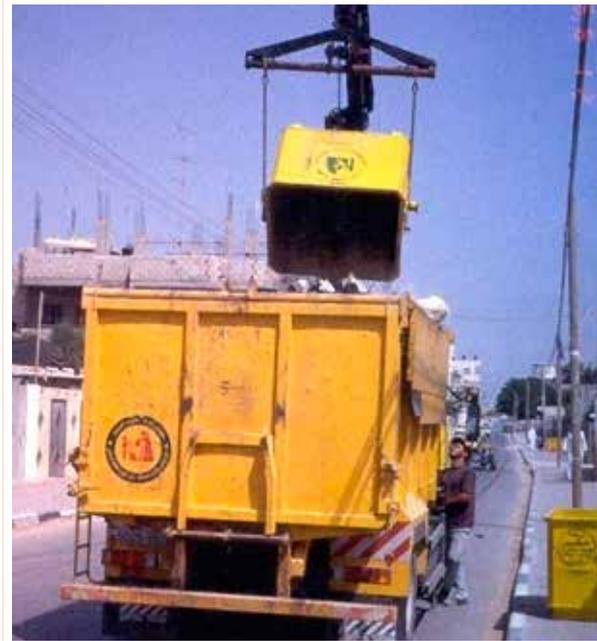


Foto 7.15 Camião grua-basculante carregando resíduos.

leves voem quando o veículo se movimenta.

7.6.4 Carroçarias basculantes para a frente e para trás

Este tipo de carroçaria era comum na Europa durante os anos 50 e 60 do século passado (quando o carvão era amplamente utilizado para aquecimento e para cozinhar) numa altura em que as características dos resíduos eram relativamente semelhantes às de hoje na maioria dos países em desenvolvimento. Este modelo de carroçaria combina carregamento fácil, baixo, traseiro, com uma carroçaria relativamente alta (fornecendo uma grande capacidade), e há muitas situações em países em desenvolvimento onde este sistema apresenta várias vantagens. No Iémen, por exemplo, as carroçarias basculantes para a frente e para trás, que tinham muitos anos de idade, foram remodeladas e instaladas em chassis de camiões novos devido à eficiência desse tipo de carroçaria. Podia ser fabricada na maioria

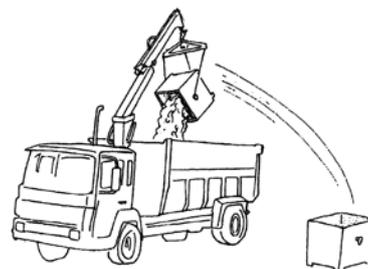


Figura 7.17 Sistema de grua que se estende para recolher contentores.

dos países em desenvolvimento tão somente com máquinas simples para cortar, soldar e dobrar chapas de aço, além de que pode ser montada em qualquer chassis de camião localmente disponível. No entanto, os autores não conhecem nenhuma fábrica que esteja actualmente a produzir esse tipo de carroçaria. Apresenta poucos ou nenhuns problemas de manutenção, e, com este desenho, a carroçaria pode ter até 12 m³ de capacidade. Os resíduos são carregados na tremoinha traseira. A carroçaria funciona inclinando-se em duas direcções – para a frente, para transferir os resíduos para a frente da carroçaria criando espaço para carregar ainda mais, e para trás, para descarregar (ver Figura 7.15). Por vezes é fornecida uma placa de barreira interna articulada a partir da cobertura da carroçaria para evitar que os resíduos recuem quando é descida. Uma pequena redução de volume, equivalente a um rácio de compactação de cerca de 1,2 para 1, resulta da consolidação sob o próprio peso. Embora o veículo basculante para a frente e para trás raramente tenha sido usado em países em desenvolvimento, talvez seja um dos veículos mais adequados e com melhor custo-benefício de todos os veículos para lidar com o tipo e a natureza dos resíduos gerados hoje em dia nos países em desenvolvimento. Por conseguinte, recomenda-se que se considere mais este sistema. Em geral, este tipo de veículo é adequado para o manuseamento de resíduos com densidades superiores a 250 kg/m³.

7.6.5 Sistema com elevador de contentores de carregamento lateral

Este sistema é comumente usado na China com contentores padronizados de cerca de 100 litros de capacidade. Os contentores são trazidos para o lado do veículo onde o meca-

nismo de elevação os recolhe e descarrega o conteúdo através do tecto para a frente da carroçaria. Quando a frente fica cheia, a carroçaria é inclinada com a porta traseira fechada para que os resíduos deslizem para trás e o carregamento possa continuar. É um sistema simples e eficaz em que se usam contentores com pequenas rodas. Ver Figura 7.16 e Foto 7.14.

O fornecimento de contentores padronizados para o armazenamento primário de todos os resíduos sólidos na área de recolha pode ser muito caro, conforme ilustrado no Anexo A3. Para reduzir esta despesa, seria possível usar-se apenas um pequeno número de contentores compatíveis com o elevador de contentores. Cada um dos cantoneiros de recolha podia receber um desses contentores para o encher com sacos plásticos de resíduos ou transferir resíduos de contentores domésticos individuais; estando cheio, o contentor podia ser levado para o camião e nele esvaziado usando-se o elevador de contentores. O trabalho dos cantoneiros de recolha seria mais fácil se os contentores a usar fossem equipados com rodas, como o apresentado na Figura 5.3 (ponto 5.3.4). Quando o veículo está a deslocar-se para a área de recolha ou a regressar dessa área, os contentores podiam ser pendurados na parte de trás do camião ou transportados num pequeno reboque.

7.6.6 Sistema de grua-basculante

Este sistema foi desenvolvido em Gaza (Territórios Palestinos) como um melhoramento de um modelo local original que usa uma grua hidráulica que se estende para fora do camião para recolher e esvaziar contentores (Figura 7.17 e Foto 7.15). A grua pode levantar contentores de 1,0 m³ a distâncias até 8 m do camião, do modo que os contentores



O carregamento com tambores de óleo apresenta muitos riscos

Foto 7.16 Veículo semi-compactador de carregamento lateral, de placa móvel.

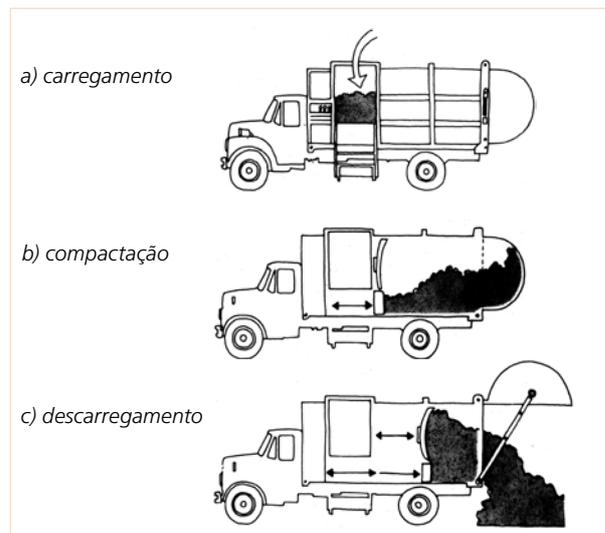


Figura 7.18 Operação de veículo de semi-compactação de carregamento lateral, de placa móvel.

possam ser localizados a alguma distância da estrada em terreno arenoso ou irregular e sem bloquear caminhos. A grua está equipada com um acessório especial que permite ao operador rodar os contentores para baldear as suas cargas na carroçaria de caixa aberta. Como a carroçaria pode ser mais alta que para camiões com carregamento manual, é possível atingir-se a carga útil máxima permitida com resíduos relativamente densos. O carregamento é rápido e higiénico, e a descarga é por basculação. Abas operadas hidraulicamente cobrem a carroçaria nas deslocações para evitar que os resíduos sejam soprados pelo vento. Este sistema é eficiente e pode ser operado por uma pessoa (embora normalmente o motorista tenha um assistente). Pode ser usado com segurança se os contentores não estiverem localizados sob cabos aéreos (uma vez que o braço da grua estendido fica relativamente acima do camião)³². A carroçaria do camião pode ser fabricada na maioria dos países em desenvolvimento, mas a grua hidráulica é um item especializado que tem de ser importado. É bastante dispendioso e requer uma boa reserva de peças de reposição, pelo que é essencial que a grua escolhida seja um modelo prontamente disponível no país em questão. (Nos dez anos em que esses veículos operaram em Gaza, as gruas não apresentaram problemas de manutenção além da substituição de mangueiras hidráulicas flexíveis.) Um contentor com uma capacidade de 1,5 m³ pode ser montado na parte traseira do camião e enchido com contentores

32. *A funcionar durante mais de 10 anos em Gaza não houve um único acidente com cabos aéreos, mas este sistema deve ser usado apenas por operadores experientes que tenham sido plenamente treinados.*



Figura 7.19 Uma variante de carroçaria basculante para a frente e para trás (figura 7.15), com placa de compressão para alguma compactação.

domésticos deixados na berma. Quando está cheio, pode ser esvaziado da mesma forma que os outros contentores. Este sistema também foi usado em conjunto com pequenos tractores equipados com estruturas de elevação montadas na retaguarda que trazem contentores cheios para a estrada para o esvaziamento por esses camiões (ponto 7.9.1).

7.7 VEÍCULOS SEMI-COMPACTADORES

Os veículos semi-compactadores representam um estágio intermediário entre sistemas não compactadores e de compactação. Obtém-se alguma redução do volume de resíduos que, embora menor que a dos veículos de compactação, é mais apropriada para os resíduos dos países em desenvolvimento que variam de média a alta densidade. A maquinaria necessária para conseguir a compactação adicional é mais simples e menos exigente em manutenção do que a complexa máquina de compactação hidráulica. São em seguida tratados alguns veículos de semi-compactação:

7.7.1 Veículos semi-compactadores de carregamento lateral, placa móvel

Estes veículos têm aberturas para carregamento em cada lado da carroçaria (Figura 7.18). Essas aberturas são altas junto à parte frontal. Uma placa de compactação empurra os resíduos carregados para a parte traseira da carroçaria. Este tipo de veículo tem a vantagem de uma altura de carregamento relativamente baixa. No entanto, as suas pequenas

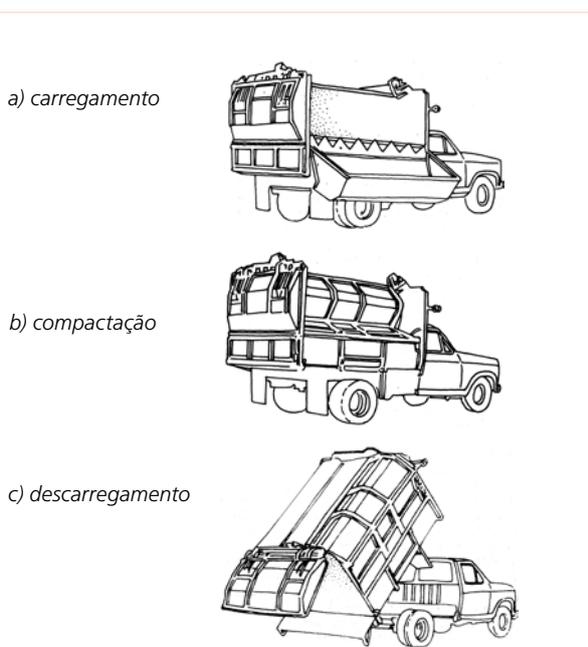


Figura 7.20 Veículo semi-compactador de tremonha de carregamento lateral.

portas de carregamento (ver Foto 7.16), reduzem a velocidade de carregamento de resíduos e os cantoneiros de recolha devem aguardar enquanto a máquina empurra o lixo para trás. A abertura de carregamento só pode acomodar um cantoneiro de recolha de cada vez, e é comum ver-se um trabalhador adicional dentro da carroçaria para acelerar as operações de carregamento afastando os resíduos da porta de carregamento. Esta prática, além de não ser higiénica, é perigosa, pois o mecanismo hidráulico pode ser operado acidentalmente, fazendo com que o operador seja esmagado. Alguns veículos deste tipo possuem mecanismos de elevação de contentores que levantam e esvaziam contentores de rodas na carroçaria. A placa de compactação deslizante e os *cilindros hidráulicos* de múltiplas etapas³³, que estão instalados na carroçaria do veículo, sofrem desgaste, especialmente se os resíduos forem abrasivos. Face a estas desvantagens, a pouca capacidade extra fornecida por este tipo de carroçaria de veículo de semi-compactação, em comparação com veículos não compactadores, é difícil de justificar.

7.7.2 Veículos de semi-compactação para a frente e para trás

Este tipo de veículo é uma variante do veículo basculante para a frente e para trás simples já descrito (ponto 7.6.4) e inclui uma placa de compactação articulada superior operada hidráulicamente. A placa desliza para baixo a partir do tecto do veículo e compacta a carga em direcção à parte frontal da carroçaria (ver Figura 7.19). Esta é uma carroçaria de semi-compactação muito simples, sem peças deslizantes no seu interior. O cilindro hidráulico adicional único que é operado por uma válvula manual simples para compactar parcialmente os resíduos está localizado no tecto do veículo e, portanto, protegido do contacto com os mesmos. Este sistema é ideal para resíduos de média densidade, podendo ser de útil aplicação quando parte dos resíduos se encontra em sacos plásticos ou caixas de cartão. A força de compactação da placa é normalmente suficiente para forçar o ar a sair da maior parte dos sacos e esmagar grandes caixas de cartão ou outros itens volumosos ocasionais, que ocupam grandes espaços. Tal como o veículo basculante para a frente e para trás sem compactação, este veículo de semi-compactação tem um potencial considerável para uso em países em desenvolvimento, especialmente em áreas urbanas ricas, mas não é do conhecimento dos autores nenhum caso em que este tipo tenha sido usado em países em desenvolvimento.

33. Ver “*cilindros hidráulicos*” na *Terminologia, Anexo A7*.

7.7.3 Veículos de semi-compactação de tremonha de carregamento lateral

O veículo semi-compactador de carregamento lateral foi desenvolvido no Canadá. Um dos lados da carroçaria pende para formar uma grande tremonha que é levantada hidráulicamente para verter a carga na carroçaria e comprimir os resíduos contra o lado oposto (ver Figura 7.20). Quando a carroçaria está cheia, os resíduos recolhidos são descarregados por basculação pela sua parte traseira. Esta forma de veículo semi-compactador tem a desvantagem de exigir ruas largas para poder operar e ser apenas carregado de um lado do veículo. Tem um ciclo de carregamento relativamente lento. Portanto, embora ainda seja usado em alguns países industrializados, o veículo semi-compactador de carregamento lateral tem uma aplicação limitada em países em desenvolvimento, especialmente onde o acesso é limitado. Uma vez mais, esta forma de veículo semi-compactador é adequada para resíduos de densidade média.

7.8 VEÍCULOS COMPACTADORES

7.8.1 Introdução aos veículos compactadores

Os resíduos domésticos e comerciais nos países mais ricos e industrializados têm densidades muito baixas, tipicamente entre 100 kg/m³ e 150 kg/m³. Como resultado, os mecanismos de compactação nos veículos de recolha são comumente usados para compactar os resíduos de modo que uma carga económica possa ser transportada no camião dentro dos limites das dimensões da sua carroçaria. Geralmente, após a compactação, as densidades dos resíduos aumentam para 400 ou até 500 kg/m³, pelo que o rácio de redução de volume (compactação de resíduos) é de 4:1 ou mesmo 5:1. Nos países em desenvolvimento, no entanto, é comum encontrarem-se densidades dos resíduos no ponto de recolha na faixa dos 250 a 400 kg/m³, ou mesmo mais, havendo, portanto, muito menos benefício na compactação, uma vez que qualquer compactação significativa dos resíduos resultaria em sobrecarga. Os resíduos dos países em desenvolvimento contêm areia e cinza abrasiva que causam um severo desgaste nos mecanismos de compactação. Apesar disso, os consultores dos países industrializados recomendam frequentemente camiões compactadores com os quais estão familiarizados nos seus próprios países, sem considerar devidamente a economia e sustentabilidade do que estão a propor, e o vendedor dos fabricantes de veículos promove os seus produtos como “o método moderno” de recolha de resíduos, sem considerar se são ou não apropriados. É muito raro os custos unitários (o custo de recolha de uma tonelada de resíduos) serem calculados e utilizados

como base para a selecção do sistema mais económico em moldes semelhantes ao procedimento ilustrado no Anexo A3.

Os funcionários e engenheiros responsáveis pela gestão de resíduos nos países em desenvolvimento devem acautelar-se para não serem persuadidos a usar veículos compactadores insustentáveis onde houver resíduos de alta densidade. Devem resistir fortemente a qualquer tentativa de os persuadir a introduzirem sistemas de recolha projectados para países onde há características de resíduos totalmente diferentes e diferentes condições económicas e rodoviárias, sem analisarem cuidadosamente as implicações de todos os factores e condições locais. Qualquer relatório que recomende um sistema de recolha de resíduos sem ter primeiro determinado a densidade dos resíduos a serem recolhidos deve ser ignorado por não fazer sentido.

Antes de entrar em mais detalhes, são em seguida resumidos os argumentos a favor e contra o uso de camiões compactadores.

a) Os benefícios do uso de camiões compactadores nos países em desenvolvimento são geralmente os seguintes:

- Os camiões compactadores podem transportar cargas úteis económicas em situações em que os resíduos têm uma densidade demasiado baixa para permitir o transporte de uma carga total num camião não compactador. Em algumas cidades, pode haver resíduos de baixa densidade em áreas comerciais onde os camiões compactadores podem ser apropriados, enquanto os veículos não compactadores são mais adequados para áreas residenciais.

- Estão prontamente disponíveis. Os camiões compactadores são produzidos em grande número para aplicações locais em países industrializados, portanto, esses veículos podem ser fornecidos com um tempo de entrega relativamente curto, e os fabricantes estão ansiosos por vender o maior número possível.

- Têm uma aparência sofisticada e moderna, agradando a presidentes de municípios e outros funcionários da cidade.

- Os resíduos ficam em grande medida confinados. Alguns líquidos resultantes da compactação podem escapar e os camiões que não tiverem sido lavados frequentemente emitem um cheiro muito desagradável, mas poucos resíduos escapam quando o camião está em movimento.

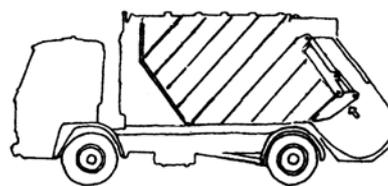
- O carregamento é rápido e cómodo. A maioria dos tipos de compactadores tem baixas alturas de carregamento, de modo que são cómodos para carregamento manual e o mecanismo de compactação da maioria dos modelos levanta os resíduos assim como

os compacta para preencher a parte de transporte de carga da carroçaria. Os camiões compactadores podem ser fornecidos com acessórios de elevação de contentores para baldear vários tamanhos de contentores de rodas. Grandes camiões compactadores podem mesmo baldear contentores skip.

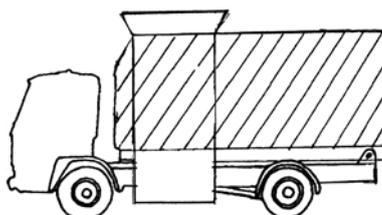
b) As desvantagens do uso de camiões compactadores em países em desenvolvimento são principalmente as seguintes:

- As carroçarias de transporte de carga são caras e não são adequadas para fabrico em pequena escala em pequenas oficinas, tendo, por isso, de ser importadas a um custo considerável.

- Os mecanismos de operação têm muitas peças rotativas e deslizantes e muitos componentes hidráulicos. Alguns modelos possuem sistemas de controlo sofisticados. A mecânica pode requerer treinamento especial para os manter em bom estado de funcionamento, e tem de haver mecânicos treinados disponíveis durante toda a vida dos veículos - à medida que os mecânicos treinados se forem demitindo procurando um trabalho mais prestigiado, têm de ser treinados outros para assumir o controlo. A manutenção é dispendiosa porque as peças sobressalentes têm de ser compradas no exterior. O desgaste em peças deslizantes é acelerado pelo material abrasivo e ácido nos resíduos. Não só a manutenção é mais dispendiosa por estas razões, como também os veículos ficam fora-de-serviço por mais tempo porque a complexidade do sistema de compactação causa uma maior frequência de falhas quando comparada com a dos veículos não compactadores. É expectável que



a) A área sombreada indica o volume de armazenamento num compactador de carregamento traseiro



b) Para o mesmo chassis, o volume de uma carroçaria não compactadora é mais significativo

Figura 7.21 Comparação de volumes de resíduos em camiões compactadores e camiões sem compactação.

o chassis dos camiões compactadores sofra mais quebras porque é mais provável ficarem sobrecarregados e os sistemas hidráulicos serem usados de forma mais intensa. Tempo de inactividade maior (ou menor disponibilidade) significa que o serviço de recolha se torna menos fiável, a menos que mais veículos sejam comprados e operados para manter a fiabilidade do serviço.

- Devido a estas dificuldades de manutenção, a vida útil dos camiões compactadores é, de um modo geral, significativamente menor do que a de outros tipos de camiões.

- A tremonha de carregamento traseiro e os mecanismos de compactação de alguns tipos de camiões compactadores são tão pesados que a carga no eixo traseiro está frequentemente acima do limite legal em algumas etapas do processo de carregamento. Esta sobrecarga pode causar danos na estrada (tanto na superfície como na canalização por baixo desta)

e a distribuição desigual de peso pode resultar em dificuldades no controlo do veículo.

- A operação do mecanismo de compactação pode ser muito barulhenta, causando queixas dos residentes se os resíduos forem recolhidos à noite.

- O consumo de combustível dos camiões compactadores é maior do que o de outros tipos devido ao maior peso vazio e à energia consumida no funcionamento regular do mecanismo de compactação.

Ao comparar camiões compactadores com camiões sem compactação, deve entender-se que existem muitos tipos de camiões que não são compactadores que são extremamente ineficientes por causa do seu incómodo procedimento de carregamento ou da sua pequena capacidade. Há uma grande necessidade de melhorar a qualidade do aconselhamento de consultoria, particularmente no facto de as decisões deverem ser fortemente influenciadas por comparações de custos unitários baseadas em dados locais fiáveis. (São apresentados exemplos no anexo A3).

Os operadores do sector privado que fornecem serviços de recolha de resíduos geralmente usam camiões compactadores se a duração do contrato for suficientemente longa para financiarem veículos para esse contrato particular. Os operadores privados geralmente têm menos dificuldades com a manutenção porque podem ajustar os seus sistemas de encomenda de peças sobressalentes de forma que o tempo de imobilização por qualquer reparação seja o mais curto possível. O tempo concedido para se mobilizarem para um determinado contrato não lhes permite desenvolver veículos especiais, mas obriga-os a encomendar veículos que possam ser fornecidos rapidamente. Ao que parece, muitos operadores privados não calculam custos unitários para seleccionar

Tabela 7.3 Comparação de capacidades de camiões compactadores e não compactadores

Item	a) Camião compactador	b) Não compactador
Densidade dos resíduos nas habitações (kg/m ³)	350	350
Densidades dos resíduos nos camiões (a partir da Figura 7.3, kg/m ³)	730	480
Volume ocupado pelos resíduos (Figura 7.21, m ³)	9,9	17,8
Carga útil (kg)	730 x 9,9 = 7.200	480 x 17,8 = 8.500
Peso do camião descarregado (tara, kg)	9.500	7.000
Peso total do veículo carregado (kg)	16.700	15.500

Tabela 7.4 Capacidade comparativa de dois tipos de veículos de recolha em função da densidade dos resíduos

Item (pesos em kg)	Densidade dos resíduos (kg/m ³)	Tipo de veículos		Capacidade extra do não compactador	Notas
		Compactador	Não-compactador		
PB permitido		13.000	13.000		
Peso da carroçaria		3.500	1.500		
Chassis & peso da cabine		4.500	4.500		
Carga máxima de resíduos		5.000	7.000		= PB – peso do chassis e da carroçaria
Cargas úteis máximas a (kg) várias densidades	100	5.000	2.000	-60%	Em camiões não compactadores, a carga é limitada pelo volume
	250	5.000	5.000	0%	
	400	5.000	7.000	+40%	
					Em ambos limitados pelo peso

o sistema mais eficiente, embora geralmente estejam mais preocupados com economia e fiabilidade do que os operadores do sector público.

Os parágrafos que se seguem comparam um camião compactador com um camião não compactador que possua uma carga útil económica, sem especificar como o último camião é carregado. As opções para o carregamento desses camiões foram descritas nas secções anteriores e serão brevemente revistas mais adiante neste ponto.

A Figura 7.21 apresenta um esboço de um camião compactador de carregamento traseiro (do tipo que será descrito no próximo ponto) e um camião basculante sem compactação no mesmo chassis de camião. Mostra que nem todo o espaço da carroçaria do camião compactador é preenchido com resíduos sólidos quando o camião está completamente carregado. Existe espaço vazio na frente da placa ejectora e o mecanismo de compactação ocupa um espaço considerável. Uma carroçaria não compactadora, por seu lado, pode transportar resíduos ao longo de todo o seu comprimento, de modo que pode dedicar aos resíduos um volume significativamente maior do que a compactadora. Além disso, o peso reduzido da carroçaria não compactadora permite que seja transportado um maior peso de resíduos.

A Tabela 7.3 mostra um exemplo baseado na Figura 7.21 para uma situação típica de países em desenvolvimento. Demonstra que, nessa situação particular, o camião sem compactação pode transportar quase 20% mais que o camião compactador. Também é relevante notar que o camião não compactador incorreria em menores custos de manutenção e depreciação.

É normal, nos países em desenvolvimento, que os camiões de eixo traseiro (4 x 2), conforme ilustrado na Figura 7.21, sejam restritos a um peso bruto do veículo (PB) de 15.000 kg. (Em alguns países, esse peso é reduzido para 13.000 kg). Na Tabela 7.3 pode ver-se que o camião com-

compactador excede o PB permitido em quase 12%, enquanto o camião não compactador está a operar a menos de 4% acima do limite de peso legal.

Foi já explicado que a densidade dos resíduos é um dos principais factores que determinam a adequação dos camiões compactadores. A Tabela 7.4 ilustra-o considerando três densidades de resíduos, para demonstrar como os camiões compactadores só se tornam efectivos quando a densidade dos resíduos é baixa e as cargas úteis máximas permitidas não conseguem ser alcançadas com um tamanho normal de carroçaria instalado num camião convencional. Uma carroçaria de compactação que possa atingir uma redução de volume de 4:1 ou 5:1 com resíduos de baixa densidade pode atingir uma redução de volume de apenas 1,5:1 em resíduos de alta densidade. Neste exemplo, as dimensões globais da carroçaria não compactadora para atingirem a mesma carga são limitadas para não serem superiores às do camião compactador, de modo que a capacidade volumétrica do camião de caixa aberta seja de 20 m³.

Por razões práticas, a capacidade da carroçaria do camião sem compactação é limitada a 20 m³.

A capacidade de carga do compactador em cada caso é limitada pelo peso e não pelo volume.

Neste exemplo, que considera um camião compactador de carregamento traseiro típico, a carroçaria do veículo pesa cerca de 3.500 kg, sendo a maior parte desse peso concentrada na maquinaria pesada na parte de trás do camião. O chassis pesa 4.500 kg. Supondo que seja possível obter uma distribuição de carga adequada e equilibrada entre os eixos dianteiro e traseiro e um PB máximo de 13.000 kg, a carga máxima admissível de resíduos com uma carroçaria compactadora é de 5.000 kg. Comparativamente, uma simples carroçaria aberta de camião, com um peso de apenas 1.500 kg, permitiria que o mesmo chassis carregasse 7.000 kg, ou seja, 40% mais de resíduos. Um camião compactador pode custar duas a três vezes mais do que um camião simples não compactador com maior capacidade e tem menores custos de manutenção, execução e depreciação. O custo total por tonelada de capacidade de carga útil pode, portanto, ser três ou mais vezes maior para um camião compactador do que para um camião de carroçaria aberta, desde que haja uma maneira eficiente de carregar o camião aberto. A Tabela 7.4 ilustra como o aumento do peso da carroçaria em veículos, como, por exemplo, em camiões compactadores, limita a carga útil. Se os camiões compactadores que são projectados para resíduos de baixa densidade são carregados com resíduos de densidade muito maior, podem ficar gravemente sobrecarregados, causando danos nos eixos, molas e rodas do veículo, e nas estradas e canalizações que passam por baixo.

Se as densidades dos resíduos forem superiores a 250 kg/m³,

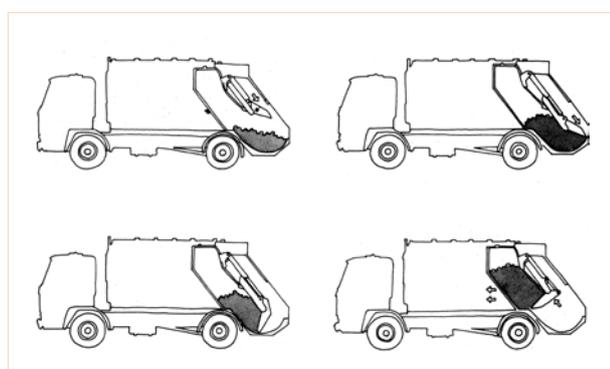


Figure 7.22 Compactador de placa de compactação de carregamento traseiro. Adequado para resíduos de baixa densidade, incluindo itens grandes e para uso com elevador de contentores. Carregamento intermitente.

a compactação de resíduos sólidos muito raramente pode ser justificada. Portanto, antes que qualquer tipo de veículo de recolha ou tamanho de carroçaria possa ser escolhido, é essencial que se conheça a densidade dos resíduos a serem recolhidos. Em muitos casos, os camiões compactadores não são seleccionados pela sua capacidade de compactar resíduos, mas pelos seus cómodos processos de carregamento e pela sua capacidade volumétrica. Os camiões convencionais abertos com capacidades equivalentes são muito difíceis de carregar, mas há modelos que permitem um carregamento cómodo e eficiente. Um deles é o “Tipack” de carregamento frontal (ponto 7.6.3), que exigiria um chassis ligeiramente mais longo para a plataforma de carregamento (que também poderia ser usado para transportar a tripulação). Um outro é o basculante para a frente e para trás, que tem uma altura de carregamento conveniente, mas que de momento não está a ser produzido regularmente (ponto 7.6.4). Um terceiro é o sistema de elevação de contentores lateral (ponto 7.6.5), sendo um quarto a grua-basculante (ponto 7.6.6). Todos eles permitem um eficiente carregamento de grandes carroçarias não compactadoras. Um outro arranjo serve-se de pequenas estações de transferência com fossas para contentores de topo aberto em que pequenos veículos de recolha primária (movidos a força humana, animal ou motorizados) descarregam os seus resíduos (ver ponto 8.2.4). Todos esses veículos não compactadores possuem grandes carroçarias e podem ser carregados e descarregados de eficientes maneiras, apresentando muitas vantagens em relação aos veículos de compactação em países de baixa e média renda onde os resíduos têm densidades de 250 kg/m³ ou mais quando carregados na carroçaria do camião.

Os pontos que se seguem dão uma breve visão geral dos vários tipos de veículos de compactação, recomendando fortemente que sejam usados apenas em circunstâncias excepcionais, como, por exemplo, em áreas comerciais em cidades maiores que sejam suficientemente grandes para justificar um serviço de recolha especial e onde haja resíduos de baixa densidade a serem recolhidos.



a) A baixa altura de carregamento e a grande tremonha são grandes vantagens



b) O lixo é empurrado hidraulicamente pela placa de compressão (ou ejector)

Fotos 7.17 Camião compactador com placa compactadora de carregamento traseiro. Foto (a) Dennis Eagle



Este camião foi equipado com uma pequena carroçaria devido à alta densidade dos resíduos na Colômbia. Foi então necessária uma tonelada de balastro na parte frontal para evitar que caísse para trás no descarregamento, reduzindo ainda mais a sua capacidade de carga.

Foto 7.18 Problemas de distribuição de peso.

7.8.2 Compactadores com placas de compactação de carregamento traseiro

Os veículos de recolha de resíduos mais comuns em países industrializados usam sistemas de compactação montados na rectanguarda com grandes tremonhas e placas de compactação, que varrem os resíduos da tremonha para a carroçaria do camião (ver Figura 7.22 e Fotos 7.17). Os resíduos são comprimidos pelo mecanismo de compactação contra uma placa ejectora móvel que se desloca gradualmente para a frente sob a pressão dos resíduos, mantendo assim sobre



Foto 7.19 Camião compactador com elevador de contentores.



Foto 7.20 Quando o mecanismo de compactação não pode ser reparado, ele pode ser retirado.

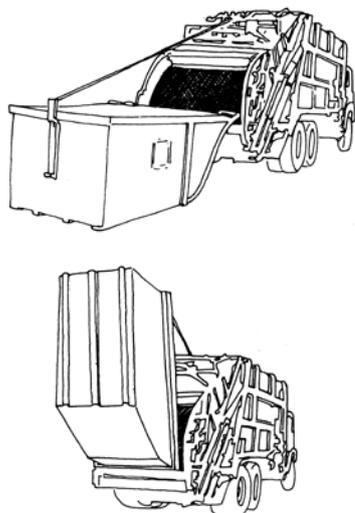


Figura 7.23 Grande caminhão compactador de carregamento traseiro esvaziando um grande contentor *skip*.

estes uma pressão constante. Para descarregar a carga, o mecanismo de compactação é afastado da zona de descarga por cilindros hidráulicos, e a placa ejectora (também designada placa de pressão) empurra os resíduos para fora da parte traseira do veículo. Normalmente, uma carroçaria e mecanismo de compactação de resíduos deste tipo pesa cerca de 3.500 kg e este peso mais elevado reduz muito a quantidade de resíduos que podem ser transportados sem sobrecarregar o caminhão.

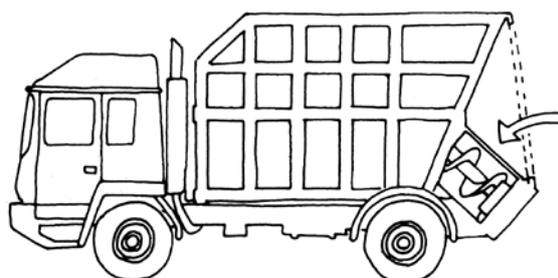
Num país em desenvolvimento, a densidade inicial dos resíduos antes do carregamento para o caminhão pode ser superior a 500 kg/m^3 e, após a compactação, pode aumentar até 700 kg/m^3 . No entanto, trata-se apenas de uma muito pequena redução de volume (menos de 30%). Mais resíduos podiam ser transportados numa carroçaria maior sem compactação, como ilustrado na Figura 7.21.

Para ter uma baixa altura de carregamento, a tremonha e a maquinaria associada devem ficar atrás das rodas traseiras, daí resultando que a maior parte do peso do caminhão compactador está concentrada na sua parte traseira. Se os resíduos compactados tiverem uma densidade de quase o dobro da densidade para a qual os camiões compactadores foram originalmente projectados, isso significa que os camiões devem estar equipados com carroçarias muito pequenas para evitar sobrecargas. Isto, por sua vez, significa que as carroçarias devem ser encurtadas, com uma correspondente redução da distância entre eixos do caminhão, em alguns casos de tal forma que não há suficiente peso no eixo dianteiro para uma direcção adequada, e raramente é possível alcançar o PB máximo permitido sem sobrecarregar o eixo traseiro. Por vezes, a concentração da carga na parte traseira é tão grande

que as rodas dianteiras de um caminhão compactador carregado levantam do chão ao descarregar, ou quando arrancam numa inclinação ascendente. O problema de distribuição do peso pode ser maior quando o veículo está parcialmente carregado e todos os resíduos estão na metade traseira da carroçaria. Não é incomum constatar-se que foi adicionado balastro (até 1.000 kg), na frente do caminhão, reduzindo ainda mais a carga de resíduos uma vez que o PB permanece inalterado (ver Foto 7.18). Podem ser instaladas molas traseiras assimétricas especiais para estes camiões, numa tentativa de melhorar a distribuição de peso, permitindo que as rodas traseiras fiquem localizadas o mais próximo possível da retaguarda do caminhão.

A vantagem dos sistemas hidráulicos montados na retaguarda é que podem lidar com itens muito volumosos (embora estes raramente se encontrem em países em desenvolvimento) e permitindo alturas de carregamento muito baixas, sendo, portanto, fáceis e rápidos de carregar. No entanto, para resíduos de alta densidade, estas vantagens não são suficientes para justificar os altos custos de investimento, operação e manutenção e uma capacidade de carga reduzida devido ao peso do mecanismo de compactação. Além disso, eles têm uma vida curta, pois os numerosos componentes deslizantes e cilindros hidráulicos expostos ficam sujeitos a excessivo desgaste quando usados para lidar com os resíduos abrasivos que comumente se encontram em países em desenvolvimento. Também estão sujeitos a corrosão “anaeróbica” nas muitas fendas na carroçaria devido ao alto teor orgânico dos resíduos na maior parte dos países em desenvolvimento.

Os camiões compactadores de carregamento traseiro são geralmente equipados com elevadores mecânicos hidráulicos que levantam e esvaziam os contentores na tremonha traseira. Alguns mecanismos podem levantar dois contentores pequenos de duas rodas, independentemente ou em conjunto, outros levantam contentores maiores de quatro rodas, e outros ainda conseguem lidar com ambos os tipos



Adequado para resíduos soltos de baixa densidade e ensacados. Carregamento contínuo

Figura 7.24 Compactador de parafuso de carregamento traseiro.

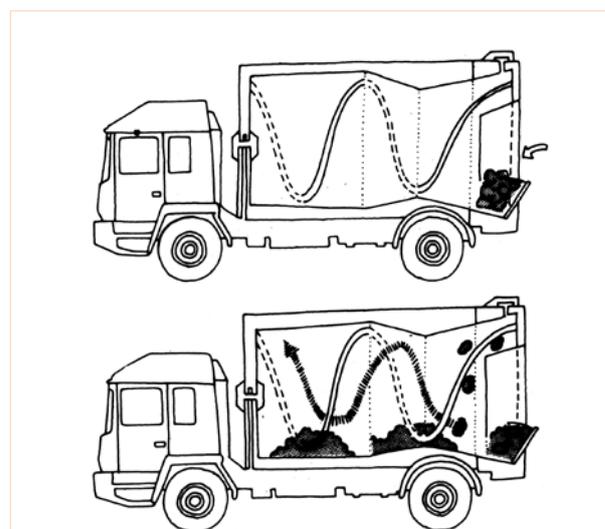
de contentores. Também são usados guinchos hidráulicos ou eléctricos para levantar e encostar contentores maiores. Muitos camiões equipados com elevadores de contentores também podem ser carregados manualmente.

Existem também grandes camiões compactadores de carga traseira que são projectados para levantar e esvaziar grandes contentores com capacidade até 10 m³. Este tipo de veículo é normalmente equipado com “pés” de estabilização hidráulicos na parte traseira para evitar que as rodas dianteiras levantem do chão quando estão a ser levantados grandes contentores skip. Os mecanismos de elevação podem ser guinchos ou grandes braços operados hidraulicamente (ver Figura 7.23). Tais veículos também podem ser carregados manualmente com caixotes do lixo quando necessário. Estes veículos, que utilizam eixos traseiros duplos, são muito caros e requerem livre acesso para o carregamento. A complexa maquinaria no veículo, associada ao facto de as partes móveis na carroçaria estarem expostas aos resíduos, torna-os inadequados para uso em países em desenvolvimento, apesar da sua alta produtividade potencial. Alguns modelos podem não ser adequados aos resíduos de alta densidade que frequentemente se encontram nos países em desenvolvimento. Este tipo de veículo pode, no entanto, revelar-se viável quando usado em conjunto com veículos compatíveis de recolha primária de pequena capacidade, como micro-camiões e triciclos motorizados, destacados para recolher os resíduos de várias áreas residenciais com ruas estreitas e transportá-los para pontos de transferência em ruas largas onde estejam localizados os contentores. Os veículos de recolha primária devem ter mecanismos de descarga com basculante elevado que possam baldear os resíduos directamente nos grandes contentores skip. Nesses pontos de transferência, deve haver espaço suficiente para os grandes veículos compactadores operarem. Especial atenção deverá ser dada aos custos e às características dos resíduos.

7.8.3 Compactador de parafuso

Esta forma de veículo de compactação é mais relevante para as necessidades dos países em desenvolvimento do que os compactadores hidráulicos traseiros ou laterais. Um parafuso rotativo força os resíduos para dentro da carroçaria, enquanto os comprime e os fragmenta (Figura 7.24). Foi muito popular na Europa nos anos 60 e 70, quando os resíduos eram ali mais abrasivos do que presentemente. Embora o parafuso esteja sujeito a desgaste, é a única parte móvel em contacto com os resíduos e é muito facilmente removido para recondicionamento com apenas um soldador eléctrico e varas de soldadura de revestimento rígido. (É normal ter um parafuso sobressalente disponível para que sejam minimizados os tempos de imobilização). O meca-

nismo de compactação de parafuso é mais leve do que o mecanismo de compactação hidráulica, permitindo maiores cargas úteis e proporcionando uma boa distribuição de peso, possibilitando cargas com mais 1.000 kg a 1.500 kg do que nos veículos de placas de compactação de carregamento traseiro. É adequado para o manuseamento de resíduos soltos e abrasivos, mas não é adequado para manuseamento de itens muito volumosos devido à pequena abertura do parafuso. Foi essa a razão pela qual perdeu popularidade na Europa. A maior parte da compactação ocorre no próprio mecanismo e



Adequado para resíduos de baixa e média densidade. Reduz o volume pulverizando-o. Susceptível de desgaste de resíduos abrasivos. Carregamento contínuo

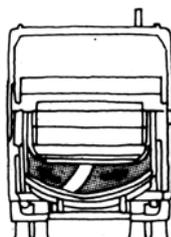
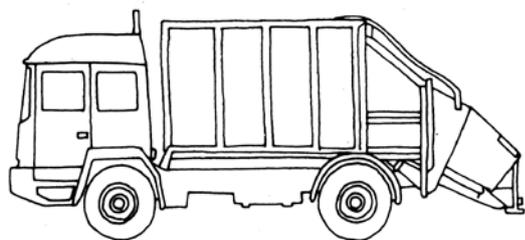
Figura 7.25 Compactador de tambor rotativo.



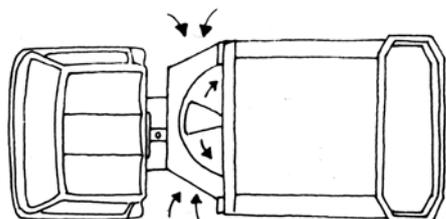
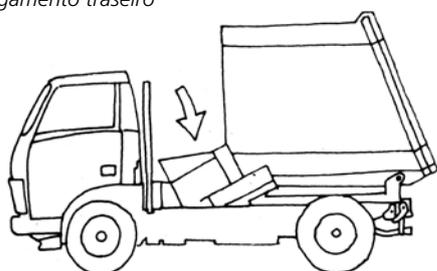
Foto 7.21 Compactador de tambor rotativo a descarregar.



Foto 7.22 Pequeno compactador de pá de carregamento lateral.



a) Carregamento traseiro



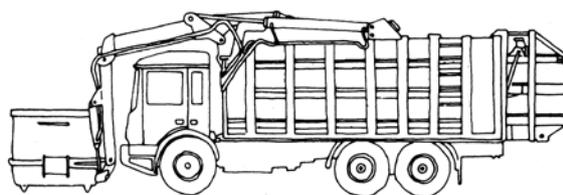
b) Carregamento lateral. Adequado para montagem em caminhões menores

Figura 7.26 Camião compactador de pá. Adequado para resíduos soltos e ensacados. Carregamento contínuo.

não na carroçaria do veículo, de modo que não é necessária uma placa ejetora móvel para o descarregamento. A secção traseira é levantada e a carroçaria bascula para descarregar a carga. O veículo resultante é, portanto, leve e simples, requerendo, no entanto, equipamento sofisticado para a fabricação da caixa de velocidades e do parafuso, pelo que pode não ser adequado para fabricação local em muitos países.

7.8.4 Compactador de tambor rotativo

Este veículo é também mais adequado do que os veículos de placa de compactação para o manuseamento de pequenos itens e resíduos densos. Os resíduos são carregados na parte de trás do camião num grande tambor rotativo, de onde são empurrados para a frente pelas lâminas helicoidais dentro do tambor enquanto ele gira (ver Figura 7.25). A redução no



Um sistema dispendioso que requer uma grande área de manobra. Para resíduos de baixa densidade.

Figura 7.27 e Foto 7.23 Compactador de carregamento frontal.

volume dos resíduos é obtida tanto pelo efeito pulverizador dos resíduos que rolam no interior da carroçaria como pela compactação. A distribuição de peso entre os eixos dianteiro e traseiro não é um problema com este tipo de carroçaria. A carga é descarregada levantando a porta traseira e invertendo o sentido de rotação do tambor. O descarregamento demora um pouco mais comparativamente a outros tipos de compactador, e um veículo grande pode precisar de andar para a frente várias vezes durante o descarregamento (Foto 7.21). Este veículo pode, no entanto, ter problemas de desgaste excessivo com resíduos abrasivos, e a forma circular da carroçaria reduz a capacidade de volume.

No momento em que se escreve este livro (2008), este tipo de carroçaria ainda está a ser fabricado e a ser amplamente utilizado na Europa e em países de rendimento médio (como em Omã, por exemplo, onde se utiliza uma frota de mais de 80 camiões deste tipo). Pode ser usado com elevadores de contentores e carregamento manual, embora a altura de carregamento (cerca de 1,6 m) seja maior que a dos compactadores do género placa de compactação. No entanto, a experiência deste tipo de carroçaria em outros países (como a Tanzânia) não tem sido boa.

7.8.5 Compactador de pá

Neste tipo de veículo, uma pá varre para a esquerda e para a direita numa tremonha semicircular, varrendo alternadamente os resíduos para cada lado da carroçaria (ver Figura 7.26). O carregamento pode ser na parte traseira do veículo

ou atrás da cabine do motorista (Foto 7.22). Este último sistema de carregamento é particularmente adequado para montagem em camiões pequenos, porque permite o carregamento de ambos os lados e proporciona uma distribuição de peso muito boa com uma carroçaria leve, permitindo que sejam transportadas cargas úteis comparativamente grandes num chassis de camião pequeno. É particularmente adequado quando existem ruas estreitas ou condições de trânsito intenso. A altura de carregamento dos veículos compactadores de pá é determinada pela altura do chassis do camião, de modo que, na maioria dos camiões pequenos, a altura de carregamento é convenientemente baixa, mas, em camiões grandes com rodas de grande diâmetro e altos chassis, a altura de carregamento é mais alta do que na maior parte dos veículos de compactação. Compactadores de pá têm sido usados com sucesso na Costa do Marfim, mas não se popularizaram em outros países em desenvolvimento onde sistemas não compactadores seriam mais apropriados.

7.8.6 Compactador de carregamento frontal

Neste tipo de veículo, os contentores de resíduos de 1,5 a 3 m³ de capacidade são recolhidos por garfos localizados na parte frontal do camião, levantados sobre a cabine do motorista e deitados para o topo da parte frontal da carroçaria compactadora, onde os resíduos são comprimidos para trás (ver Figura 7.27 e Foto 7.23). Este veículo, especialmente quando usado numa base multi-turnos, tem uma produtividade muito alta e, muitas vezes, não requer nenhum trabalhador para ajudar o motorista. Não podem ser usados para recolha de berma e carregamento manual.

Estes veículos usam eixos traseiros duplos, são muito caros e requerem livre acesso para o carregamento. A complexa maquinaria do veículo, associada ao facto de muitas das partes móveis da máquina estarem expostas aos resíduos, torna-os inadequados para uso em países em desenvolvimento, apesar do seu potencial para operações altamente produtivas. Os garfos dianteiros geralmente não são projectados para resíduos de alta densidade e os eixos dianteiros do veículo podem precisar de reforço. As restrições de espaço e as condições das estradas, em particular, podem impedir o seu uso em muitas áreas urbanas de países em desenvolvimento.

7.8.7 Comentários sobre sistemas de carregamento para camiões compactadores

Os compactadores de parafuso, tambor rotativo e pá são sistemas de “carregamento contínuo”, de modo que, mesmo com mecanismos pequenos, pode ser assegurado um carregamento rápido. Os compactadores de placas de compactação de carregamento traseiro, no entanto, são

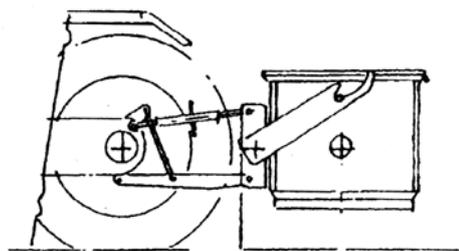
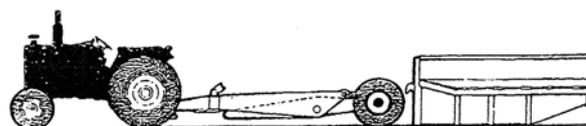


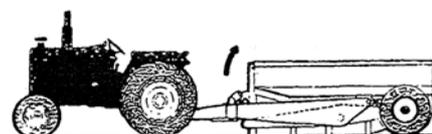
Figura 7.28 Recolha de contentor no tractor.



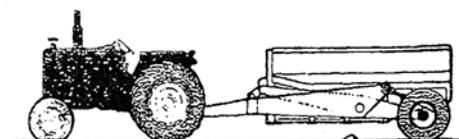
Foto 7.24 Carregando um contentor atrás do tractor.



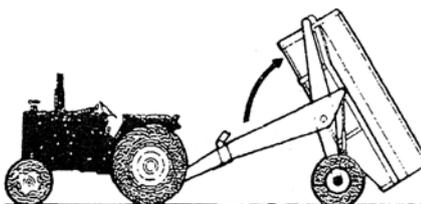
a) aproximando o contentor



b) recolhendo o contentor



c) transpostando o contentor



d) esvaziando o contentor

Este sistema basculante de tesoura é fabricado em vários países, incluindo a África do Sul e o Quênia. Capacidade de carga de 6 toneladas. Requer um tractor de 50-60 cv. Pode ser operado a partir do assento do tractor.

Figura 7.29 Sistema basculante de tesoura para contentores.

geralmente sistemas de “carregamento intermitente”, onde o carregamento hidráulico deve ser suspenso durante o ciclo de compactação. Por este motivo, os compactadores de carregamento intermitente estão equipados com grandes tremonhas de carregamento, permitindo que itens volumosos dos resíduos sejam carregados no veículo, o que pequenas tremonhas podem não permitir. No entanto, como é muito raro encontrarem-se grandes itens em resíduos de países em desenvolvimento, não se trata de uma vantagem significativa.

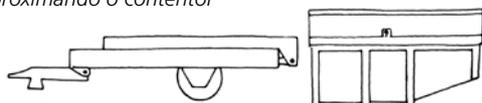
7.9 SISTEMA DE CONTENTORES DE SUBSTITUIÇÃO

Entre os diferentes tipos de veículos de recolha de contentores encontram-se os seguintes:

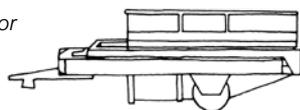
7.9.1 Tractores e recipientes

a) Recolha de contentores – Podem ser usados tractores para recolher contentores usando os braços de elevação standard na parte traseira de um tractor (Figura 7.28 e Foto 7.24). Em Gaza, por exemplo, uma estrutura de elevação de contentores foi projectada, fabricada e montada em pequenos tractores agrícolas para levar contentores das áreas servidas por caminhos estreitos para uma estrada principal, onde são colocados à beira da

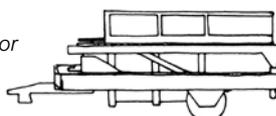
a) aproximando o contentor



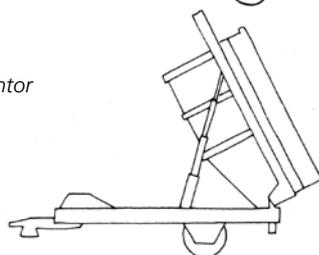
b) recolhendo o contentor



c) transportando o contentor



d) esvaziando o contentor



Uma versão de eixo duplo pode transportar até dez toneladas atrás de um tractor de 90 cv.

Figura 7.30 Sistema de contentores de elevação paralela.

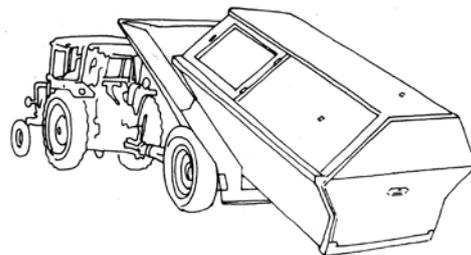
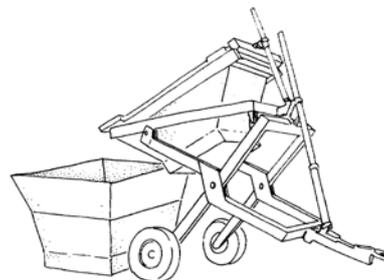


Figura 7.31 Pode ser usado um sistema muito simples de guincho como elevador de contentores ou reboque convencional.



Este reboque recolhe contentores comunitários de 3 m³ e esvazia-os em grandes contentores de transferência de 8 m³. Também pode recolher, transportar e esvaziar maiores contentores, quando usado com um tractor de 60 cv. É um sistema económico e de baixo custo para cidades menores.

Foto 7.26 e Figura 7.32 Reboque de elevação de tesoura de basculação elevada.

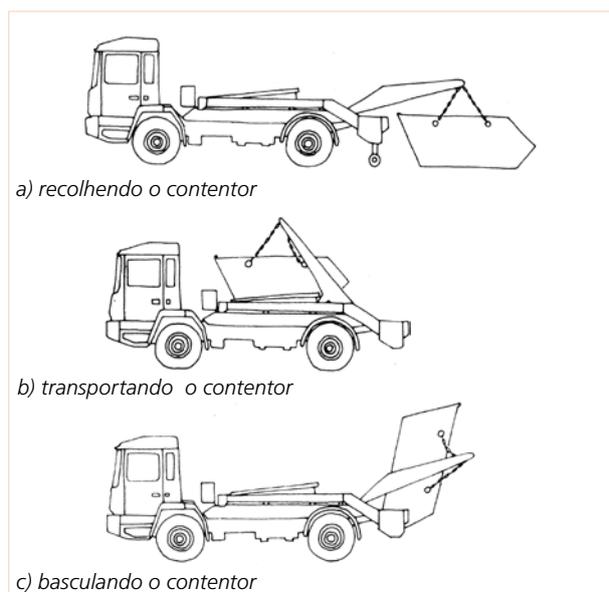
estrada para posterior recolha pelo sistema de grua que se apresenta na Figura 7.17. Foram necessários pesos de balastro na frente do tractor para contrabalançar as cargas traseiras.

b) Recolha de contentor rebocado – Podem ser usados tractores na faixa dos 40-60 cv para puxar reboques de recolha de contentores de até 10 m³ de capacidade, com cargas até 5.000 kg. Podem ser usados tractores maiores para puxar grandes reboques de transferência com capacidades que podem exceder 20 m³.

O sistema hidráulico do tractor é usado tanto para recolher o contentor como para bascular os resíduos sem que o motorista tenha que sair do assento do tractor. O reboque é repostado na posição no contentor que está cheio e pronto para ser removido. O sistema hidráulico no tractor opera então um mecanismo no reboque que recolhe o contentor para que possa ser transportado para uma estação de transferên-

cia, estação de tratamento ou local de deposição final (Foto 7.25). Neste destino, o tractor usa o mecanismo do reboque para baldear o recipiente de modo que seu conteúdo seja descarregado (Figuras 7.29 a 7.31). Os resíduos podem ser descarregados no nível do solo ou directamente num contentor ou veículo se o reboque estiver equipado com um mecanismo basculante especial que eleve o contentor antes de o inclinar (Figura 7.32, Foto 7.26 e Caixa 5.2). O contentor é então descido para a posição de viagem e levado de volta para de onde veio, ou é transportado para outro ponto de recolha de onde é retirado o recipiente cheio seguinte. Os sistemas de recolha de contentores que são puxados por tractores têm uma boa eficiência de custos onde as distâncias de transporte são curtas ou médias e há diversos sistemas disponíveis.

Normalmente, um tractor e reboque de contentores não custa mais de metade do custo de um camião contentor roll-on ou de elevador de gancho com a mesma capacidade (mas a velocidade do tractor seria significativamente menor em longas distâncias). É expectável que cálculos de custos mostrem que os tractores com reboques contentores são mais económicos para distâncias de transporte até 15 km.



O tamanho do contentor é limitado pela largura entre os braços de elevação e a altura debaixo da barra transversal na parte superior dos braços de elevação.

Figura 7.33 Sistema de elevação de contentores skip.



Foto 7.27 Veículo de elevação de contentores skip descarregando.

7.9.2 Veículos de elevação de contentores skip

Existem dois sistemas baseados em chassis standard de camião comercial na faixa de PB de 5 a 15 t. Um é o sistema de elevação de contentores skip (“skiplift”, também conhecido em inglês por “load lugger”, “bucket lift” ou “dumper placer”) e é apresentado na Figura 7.33 e na Foto 7.27. O outro é descrito no ponto 7.9.3. O sistema de elevação de contentores skip serve-se de dois braços operados hidráulicamente e correntes de elevação para recolher os recipientes. O motorista ou um assistente deve descer do camião para colocar as correntes no contentor de modo que este possa ser levantado para a plataforma do camião. O contentor é baldeado para o esvaziar ficando a sua parte traseira retida enquanto os braços de elevação levantam a frente.

A largura do contentor é restringida pelo espaço entre os dois braços de elevação e a altura é limitada pela barra cruzada que junta os topos dos braços. Essas restrições de largura e altura limitam o tamanho máximo do contentor para cerca de 6 m³, de modo que uma carga útil completa geralmente só pode ser atingida quando o recipiente é preenchido com resíduos de alta densidade, tais como resíduos de construção ou alguns tipos de resíduos industriais. Por esta razão, eles são muitas vezes considerados inadequados para resíduos sólidos urbanos, a não ser, eventualmente, onde a rápida rotação e os curtos tempos de viagem reduzam a importância do peso da carga.

Os veículos de recolha de contentores geralmente demoram menos de dois minutos a recolher e colocar contentores, e igual período de tempo para descarregar. Por conseguinte, se o tamanho do skip e o PB do veículo estiverem bem adaptados (considerando o tipo de resíduos que estão a ser transportados), os veículos de elevação de contentores skip podem ser extremamente produtivos, manuseando dez ou mais cargas por dia, dependendo das distâncias de transporte.

Os camiões de elevação de contentores skip têm pés hidráulicos de estabilização na parte traseira para travar o levantamento da frente do veículo quando estão a ser levantados contentores pesados. Esses pés são por vezes projectados de tal forma que se danificam caso o motorista se esqueça de os levantar antes de partir.

Os contentores skip vêm em diversas formas e tama-

nhos. Os que são usados para resíduos sólidos urbanos são frequentemente fechados, com grandes e pequenas aberturas que podem ser fechadas com tampas. As tampas grandes ficam frequentemente danificadas quando os skips são basculados para esvaziarem – por vezes, tampas soltas dobram-se durante a descarga quando entram em contacto com o solo ou com uma pilha de resíduos. Se forem usados contentores abertos para resíduos sólidos urbanos, devem ser cobertos por uma rede ou uma lona quando estiverem a ser transportados. Esta operação aumenta significativamente os tempos de recolha e esvaziamento. Os recipientes abertos e afunilados podem ser empilhados e alguns camiões podem transportar dois contentores *skip* carregados, um dentro do outro, quando o inferior não está completamente cheio.

Os camiões com elevador de contentores *skip*, por vezes, puxam reboques que transportam um segundo recipiente. No entanto, isso pode causar atrasos consideráveis no local de deposição final, pois o reboque deve ser desligado para esvaziar os contentores. Modelos de camião recentes podem recolher dois *skips* pequenos - um de lado e outro de trás.

7.9.3 Sistemas *roll-on* e de elevador de gancho

Os camiões *roll-on* e de elevador de gancho elevam os contentores nas suas plataformas, levantando e puxando a frente do contentor. O sistema *roll-on* usa um tipo de rampa de armação de elevação e cabos de aço para içar o contentor para cima da armação. O condutor ou um assistente deve colocar estes cabos. Embora ainda seja comumente usado nos Estados Unidos, na maioria dos outros países este sistema foi ultrapassado pelo sistema de elevador de gancho que pode ser operado pelo motorista sem que tenha de deixar a cabine do camião (Foto 7.28 e Figura 7.34). O sistema de elevador de gancho tem um braço operado hidráulicamente que é equipado com um gancho que engata uma argola na frente do contentor. Em ambos os sistemas, a parte traseira do contentor rola em rolamentos de aço e os contentores são esvaziados por basculação.

Contentores de elevação de gancho e *roll-on* podem lidar com até 20 m³, consoante a capacidade de carga útil do camião. Pequenos camiões de elevador de gancho com PB de 5 toneladas com contentores de 4 m³ foram empregues com sucesso no Iémen para servir comunidades mais pequenas. Requerem pouco espaço de manobra. Com camiões de três e quatro eixos, são possíveis contentores de até 30 m³, mas esses sistemas são extremamente caros e raramente são apropriados, se é que alguma vez o foram, para países em desenvolvimento, a não ser como veículos de transporte secundário que devam cobrir distâncias muito longas.

Existem vários tipos de contentores de elevação de gancho, e uma das vantagens do sistema é que podem ser



Figura 7.34 Sistema de elevação de gancho.



Foto 7.28 Camião de elevador de gancho carregando um contentor aberto.

Tabela 7.5 Comprimento estimado do espaço necessário para um contentor de elevação de gancho de 6m

Comprimento necessário para:	contentor	braço dosistema de elevação de gancho	carroçaria do camião	cabine do camião	manobra	TOTAL
Comprimento necessário (m)	6	2	7	2	6	23

manipulados diferentes tipos de contentores por um tipo de camião. Os recipientes cobertos com uma série de pequenas tampas na cobertura e contentores abertos com bordos de cerca de um metro de altura podem ser usados como contentores comunitários e para receber cargas de veículos de recolha primária. Os contentores abertos com mais de 2 m de altura podem ser carregados por pás carregadoras e em estações de transferência de níveis diferenciados (pontos 8.2.2 e 8.2.3). Os contentores utilizados para transporte a longa distância podem ser carregados por sistemas de compactação estática que comprimem os resíduos para dentro dos contentores (Caixa 8.1). Os contentores abertos devem ser cobertos com uma rede ou lona quando estão a ser transportadas cargas. Estender esta cobertura sobre a carga aumenta o tempo de recolha e descarregamento. Existem vários sistemas que permitem que um operador fique de pé no chão para estender uma cobertura sobre a carga num contentor alto, mas alguns desses sistemas não são muito fortes, para além de que se deve ter o cuidado de garantir que a tampa não seja rasgada pelos resíduos quando desliza pelo conten-

tor durante o descarregamento.

Com todos os sistemas acima (de elevação de contentores skip, roll-on e de elevador de gancho), o camião deve poder alinhar-se com o contentor, o que significa ser necessário um grande espaço livre, incluindo espaço de manobra para o camião. (Os camiões com elevador de gancho podem pegar uma extremidade de um contentor sem que esteja completamente alinhado e rolá-lo por uma curta distância até que fique bem alinhado antes de o levantar para a plataforma do camião). Cada contentor fica à responsabilidade de um assistente para assegurar que o acesso esteja livre e varrer

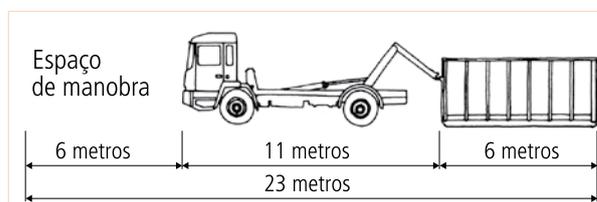


Figura 7.35 Um camião com sistema de elevação de gancho para transportar um contentor de 6 m de comprimento requer, no mínimo, um espaço livre de 23 metros por 6 metros para permitir depositar um contentor vazio e recolher um cheio.



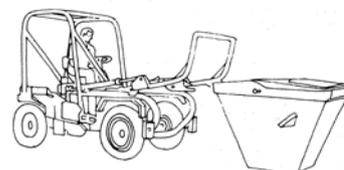
a) recolhendo o contentor



b) transportando o contentor

Fotos 7.29 Veículo *Micrabin* para contentores feito a partir de componentes de um *dumper standard*.

a) recolhendo o contentor



b) transportando o contentor



c) esvaziando o contentor



d) localização alternativa para o contentor



Figura 7.36 Sistema de contentor baseado num *dumper* de estaleiro de construção.

quaisquer resíduos espalhados em torno do contentor. O comprimento do espaço requerido por um contentor com 6 m de comprimento é calculado na Tabela 7.5 e na Figura 7.35 como sendo de 23 metros. Um contentor de 8 m exigiria 27 m. O espaço necessário pode ser reduzido se o contentor estiver estacionado em ângulo e o camião puder bloquear a rua quando estiver a recolher e a pousar o contentor, mas obstruir dessa forma o tráfego pode ser inaceitável.

O camião também deve poder depositar um contentor vazio cada vez que recolhe um cheio, o que requer uma largura de 6 m se os contentores estiverem lado a lado aquando da troca. Assim, as dimensões mínimas do local de posicionamento de um contentor roll-on ou de elevador de gancho

têm de ser 23 metros x 6 metros, o que limita muito o uso desses contentores nas áreas do centro da cidade.

7.9.4 Transporte de contentores pequenos

Outro tipo de veículo de elevação de contentores, conhecido como *Micrabin*, concebido para transportar pequenos contentores para distâncias curtas e operar sob difíceis condições rodoviárias em áreas congestionadas, está a ser usado com muito sucesso nas Ilhas Maldivas. É baseado num pequeno dumper de estaleiro de construção com um chassis modificado e pode operar em áreas congestionadas e ruas estreitas (ver Figura 7.36 e Foto 7.29). Tem um motor a diesel de cilindro único de 9 cv (6,7 kW) com uma caixa de

Tabela 7.6 Resumo das características comparativas dos veículos típicos de recolha de resíduos não contentorizados

Tipo de veículo	Ver ponto número	Peso bruto do veículo (toneladas)	Volume da carroçaria da viatura (m ³)	Raio de operação	Velocidade de carregamento	Necessidade de mão de obra	Custo de capital por m ³ de resíduos	Custos de combustível e manutenção por m ³ de resíduos	Vida económica do veículo	Adequação para ruas estreitas	Adequação para fabricação local da carroçaria
Pequenos veículos											
carrinhos de mão	7.3.1	-	0,4	curto	rápida	elevada	baixo	baixo	curta	boa	sim
tríciclos de pedal	7.3.1	-	0,5	médio	rápida	elevada	baixo	baixo	curta	boa	sim
carroças de tracção animal	7.3.2	-	2,0	médio	rápida	média	baixo	baixo	média	boa	sim
tríciclo motorizados	7.3.4	2	3	médio	rápida	média	baixo	baixo	média	boa	sim
Tractor & reboque	7.4	11	6	médio	média	média	média	baixo	longa	média	sim
Sem compactação											
carroçaria aberta de taipais elevados	7.6.1	10	10	longo	lenta	elevada	elevada	médio	média	fraca	sim
de caixa semi-cilíndrica de carregamento lateral	7.6.2	6	6	longo	média	média	elevada	médio	média	média	sim
"Tipack" de carregamento frontal	7.6.3	8	10	longo	lenta	média	elevada	médio	média	média	sim
para a frente e para trás	7.6.4	8	10	longo	rápida	baixa	média	médio	média	média	sim
elevador de contentores de carregamento lateral	7.6.5	8	10	longo	média	baixa	média	médio	média	média	sim
grua-basculante	7.6.6	14	12	longo	rápida	baixa	média	baixo	longa	fraca	parcial
Semi compactação											
carregamento lateral, placa	7.7.1	9	10	longo	lenta	média	média	médio	média	média	sim
para a frente e para trás com placa	7.7.2	9	10	longo	rápida	baixa	média	médio	média	média	sim
Compactação											
hidráulico de carregamento traseiro	7.8.2	14	10	longo	rápida	baixa	elevada	elevado	curta	fraca	não
parafuso compactor	7.8.3	14	10	longo	rápida	baixa	elevada	elevado	curta	fraca	não
tambor de rotação	7.8.4	14	10	longo	rápida	baixa	elevada	elevado	curta	fraca	não
pá	7.8.5	7	6	longo	rápida	baixa	elevada	médio	curta	média	não

Notas: "Adequação para ruas estreitas" inclui manobrabilidade e operação em áreas não planeadas

velocidades simples de três velocidades, com uma velocidade máxima de 20 km/h. Braços operados hidraulicamente recolhem contentores de resíduos de 2,0 m³ para que o veículo os possa transportar para um barco especial que, depois, transporta os contentores para uma ilha adjacente, onde são esvaziados antes de serem retornados. Com um tempo de viagem de menos de 15 minutos, um veículo pode recolher 25 a 30 contentores por dia.

7.10 SUMÁRIO

A Tabela 7.6 apresenta um resumo das características comparativas dos veículos de recolha de resíduos não contentorizados. Experiências recentes referem que pequenas estações de transferência (ver próximo capítulo, sobre a transferência de resíduos) podem facilitar grandemente o uso de pequenos veículos de recolha tanto nos centros da cidade como nas áreas urbanas residenciais. Em muitas situações, o sistema de recolha mais eficiente e de mais baixo custo consiste em pequenos veículos motorizados ou mesmo carrinhos de mão ou triciclos que levam os resíduos para pequenas estações de transferência.

A escolha de qualquer sistema deve depender das condições locais, incluindo distâncias de transporte da área de recolha para o local de deposição final, custos locais de mão-de-obra, acesso a divisas, custos de combustível, larguras de rua e instalações de fabrico local de carroçarias. Se forem atribuídas pontuações de 1 a 5 a cada um dos factores (talvez depois de ponderar cada factor consoante a sua importância relativa) para cada um dos sistemas que estiverem a ser considerados, e os pontos atribuídos forem somados, as pontuações totais podem ser usadas como um guia rudimentar para a selecção do sistema. Onde as distâncias de transporte são longas, muitas vezes é mais económico combinar sistemas de curto ou médio alcance, que podem recolher resíduos e levá-los para uma área de transferência, com um sistema de contentores para transporte a longa distância para o local

de deposição final.

Alguns dos tipos de carroçaria não compactadoras que foram apresentados neste capítulo não estão a ser fabricados presentemente. Na maioria dos casos, os projectos detalhados já existem, pelo que os esforços necessários para começar a fabricá-los serão encontrar esses projectos, obter permissão para os utilizar, fabricar e testar a primeira série da produção. Serão para isso necessários alguns fundos, experiência e tempo. Os custos de desenvolvimento de um tipo de carroçaria de recolha de resíduos sem compactação que seja particularmente adequado às condições locais podem parecer estar fora do alcance de um orçamento municipal específico ou de um pequeno projecto de cooperação internacional, mas a experiência em Gaza³⁴ demonstrou claramente os benefícios de se desenvolver uma carroçaria de recolha de resíduos para atender às necessidades locais. Como as experiências com o Tipack na África Austral e o camião com elevador de contentores de carregamento lateral na China mostraram, pode haver um grande mercado e um benefício generalizado como resultado de investimento na fabricação local de uma carroçaria apropriada. Talvez a falta de iniciativa neste aspecto da gestão de resíduos sólidos seja resultado de uma liderança e coordenação precárias na gestão de resíduos sólidos a nível nacional. Os fundos investidos no estabelecimento de fabrico interno de carroçarias de camião relativamente simples poderiam gerar um enorme benefício em termos de custos de serviços mais baixos e maior fiabilidade em muitas cidades do país em questão e na região circundante. As empresas privadas podem não estar dispostas a fazer o investimento especulativo necessário para iniciar a produção local de carroçarias de camião adequadas devido ao uso generalizado de camiões compactadores e camiões abertos ineficientes, mas, com liderança nacional e uma selecção mais criteriosa de veículos, poderia ser incentivada a demanda por veículos mais eficientes.

34. Ver [Borno 2000].

Resumo

- Há uma grande variedade de veículos por onde escolher, por isso a selecção deve ser feita depois de uma cuidadosa apreciação por especialistas técnicos de espírito aberto que estejam preparados para considerar novos tipos de veículos se houver bons motivos para os utilizar.
- Os veículos pequenos geralmente possuem vantagens distintas das dos grandes e podem ser muito eficientes quando usados com pequenas estações de transferência.
- A densidade dos resíduos e o método de carregamento são factores importantes a considerar ao se seleccionarem carroçarias de recolha de resíduos.
- Para a decisão final relativa ao tipo de veículo devem ser comparados os custos de recolha de cada tonelada de resíduos.
- Veículos simples baseados em chassis (fabricante e modelo) amplamente utilizados localmente são preferíveis porque têm baixos custos de manutenção e boa fiabilidade.
- Investindo na fabricação local de carroçarias bem projectadas podem esperar-se verdadeiros benefícios.

8.1 INTRODUÇÃO

Os requisitos de um veículo para a recolha de resíduos são muito diferentes dos requisitos para o transporte desses resíduos recolhidos para uma estação de transferência, local de deposição final ou instalação de processamento.

Para a recolha, o veículo deve ser pequeno e manobrável para trabalhar em ruas estreitas e tráfego intenso, e deve ter uma baixa altura de carregamento para que seja rápido e higiénico. Deve ter uma cabine para a equipa de fácil acesso ou uma plataforma segura para os operadores de recolha. Ao operar em áreas urbanas, as velocidades de tráfego e os limites de velocidade restringirão a sua velocidade a não mais de 50 km/h, não havendo, portanto, necessidade de serem veículos de alta potência e alta velocidade. Esses requisitos favorecem a selecção de um veículo pequeno, com motor pequeno, para economia de combustível e menos poluição. Onde houver resíduos de baixa densidade, pode ser necessário um mecanismo de compactação para reduzir o volume dos resíduos de modo a permitir que sejam transportadas cargas completas, embora geralmente em países em desenvolvimento ou de baixa renda, onde as densidades dos resíduos são altas, não haja razões para compactação. Se os resíduos forem recolhidos de caixotes do lixo ou contentores, pode ser necessário um mecanismo de carregamento.

Para transportar os resíduos até ao local de deposição final, é necessário um veículo de grandes dimensões com um motor de maior potência para deslocções rápidas. Não há necessidade de cabine para a equipa ou plataformas, assim como não há necessidade de mecanismos de compactação nem de sistemas de carregamento. É claro que os requisitos aquando da recolha são muito diferentes dos requisitos para transporte.

Pode haver restrições no movimento de camiões pesados nas áreas do centro da cidade durante o horário comercial para reduzir o congestionamento do tráfego. A transferência oferece a possibilidade de se armazenarem os resíduos que são recolhidos durante o dia, para que possam ser transportados para o local de deposição final à noite, ou vice-versa. Muitas vezes, as recolhas de caixotes do lixo ou sacos em áreas residenciais são feitas em períodos do dia em que há menos tráfego e menos problemas com carros estacionados. No entanto, a recolha de resíduos das áreas do centro da cidade geralmente ocorre à noite, quando há menos congestionamento de tráfego. A recolha de quarteirões ou outros

sistemas de “entrega directa” devem ocorrer nos momentos em que os moradores estão em casa. Os sistemas de recolha geralmente funcionam em dois turnos, recolhendo em áreas residenciais durante o dia e nas áreas do centro da cidade à noite, a fim de maximizar a utilização dos veículos.

Nas áreas urbanas em que as distâncias de transporte das áreas de recolha para os locais de deposição final forem curtas, pode ser apropriado um veículo de compromisso que combine algumas das características necessárias para a recolha com algumas de transporte. No entanto, como em todos os compromissos, esses sistemas não são muito eficientes para nenhuma das duas funções. Grandes veículos de recolha causam problemas de tráfego nas áreas de recolha e o transporte deve ocorrer nos mesmos horários que a recolha. O serviço de recolha é interrompido enquanto o veículo se desloca para o local de deposição para ser descarregado. Dois ou mais veículos pequenos podem ser mais eficientes do que um grande, conforme ilustrado na Tabela 7.1.

A menos que as distâncias de transporte para o local de deposição sejam muito curtas, será mais eficiente um sistema de transferência (pelo qual veículos de recolha pequenos e manobráveis podem transferir as suas cargas para veículos de transporte de maior dimensão). Há diversas formas de se transferirem resíduos de pequenos veículos de recolha para grandes veículos de transporte. Os métodos mais comuns são discutidos no ponto 8.2. Na sua grande maioria requerem terrenos com grandes áreas que, para se evitem perturbações, devem estar localizados longe de áreas comerciais e residenciais. No entanto, as modernas *pequenas estações de transferência* (PET) do tipo fosso e elevação requerem muito pouco espaço e podem ficar localizadas perto dos locais onde os resíduos são gerados, permitindo assim a utilização de sistemas de recolha de baixo custo. Várias pequenas estações de transferência em áreas residenciais e centrais podem substituir uma única grande estação de transferência, o que permite uma redução muito substancial das distâncias de transporte primário.

8.2 SISTEMAS DE TRANSFERÊNCIA

8.2.1 Sistema ponto de encontro

Este método de transferência não possui nenhuma infra-estrutura para a operação de transferência. Em vez disso, os operadores dos veículos de recolha primária são instruídos

para aguardarem pelo veículo de transporte secundário num determinado local e num determinado momento. Embora nenhum investimento de capital esteja envolvido nesse processo, há deficiências operacionais muito significativas, resultando em altos custos operacionais por tonelada de resíduos transferidos. Ou o camião aguarda a chegada dos que fazem a recolha primária ou os que fazem a recolha primária devem aguardar pelo camião. Aconteça o que acontecer, o tempo é desperdiçado e a produtividade é prejudicada. Um exemplo claro dos problemas e consequências desse sistema é o caso da recolha primária com triciclos na cidade de Ho Chi Minh, no Vietname, que pode ser visto no ponto 7.3.1.

O mesmo se aplica a uma versão mais mecanizada deste sistema que usa pequenos veículos de recolha primária com carroçarias basculantes de alta elevação para descarregar as suas cargas directamente na tremonha de carga de um grande camião compactador de carregamento traseiro. Os camiões compactadores não são projectados para serem veículos de transporte secundário para transportar resíduos por longas distâncias, e são caros de operar e manter, além das outras desvantagens de usar camiões compactadores em países em desenvolvimento (ponto 7.8.1). Vale a pena, no entanto, considerar esta possibilidade em algumas circunstâncias, desde que o custo total por tonelada seja competitivo.

8.2.2 Carregamento a partir do chão

Na sua forma mais básica, uma estação de transferência pode consistir em não mais do que um pedaço de terra sobre o qual os resíduos são descarregados pelo veículo de recolha primária e depois carregados no veículo de transporte. Em pequena escala, os resíduos podem ser carregados manualmente, usando ancinhos e cestas ou pás ou forquilha, mas este método é ineficiente e anti-higiénico. Muitas vezes são usadas pás carregadoras (Foto 8.1) para carregar esses resíduos em camiões basculantes ou grandes contentores, o que pode não ser eficiente se a pá carregadora estiver

a operar apenas por um curto período de tempo todos os dias devido à pequena quantidade de resíduos ou longos períodos durante os quais os camiões estão a deslocar-se para ou a regressar do local de deposição final. Este método de transferência só deve ser considerado como uma medida de emergência de curto prazo, devido à confusão que cria e ao custo de operação do carregador frontal. Os resíduos sólidos não são um fenómeno transitório - estarão conosco no futuro previsível, motivo pelo qual é razoável fazer investimentos que maximizem a eficiência e minimizem a poluição a longo prazo. Os locais de gestão de resíduos desse tipo reforçam a crença de que todas as instalações de gestão de resíduos são sujas, insalubres e desordenadas e, portanto, fortalecem a oposição pública a todas as novas instalações de gestão de resíduos sólidos.

8.2.3 Estações de transferência de níveis diferenciados

Estações de transferência convencionais de níveis diferenciados normalmente têm rampas que os veículos de recolha primária sobem para descarregar as suas cargas directamente em contentores ou veículos secundários de transporte (Foto 8.2), ou em compactadores fixos que compactam os resíduos em contentores com sistema de elevação de gancho ou carroçarias de camiões. A rampa não deve ser tão íngreme que um veículo carregado não possa subir – o que constitui uma preocupação particularmente quando se usa força humana ou animal.

Estações simples de transferência na beira da estrada podem compreender uma rampa e um contentor ou reboque.

Por vezes são usadas correias transportadoras e elevadores para elevar os resíduos para as tremonhas de carga de forma que os veículos de recolha primária possam descarregar no nível do solo, mas estes simplesmente tornam mais complexa a estação de transferência, criando mais sítios para roedores e insectos se esconderem e mais problemas de cheiros. Foi



Há muitos problemas com este sistema, incluindo cheiros, insectos, roedores, lixo, e utilização reduzida de veículos devido a longas demoras enquanto são carregados os veículos de transporte secundário.

Foto 8.1 Pá carregadora transferindo resíduos do solo para um grande semi-reboque.

Caixa 8.1

Informação adicional

Contentores nos pontos de transferência

Este sistema evita manter camiões caros à espera enquanto se estão a encher as suas carroçarias e minimiza o tempo de espera dos veículos de recolha primária. Os veículos de recolha primária descarregam as suas cargas em grandes contentores localizados nas áreas de recolha ou proximidades. Os contentores são recolhidos por um camião equipado com um elevador de gancho ou outro mecanismo de recolha de contentores. O camião contentor traz um contentor vazio e deixa-o ao lado do que está cheio antes de recolher o contentor cheio e levá-lo para o esvaziar. Há vários problemas com este sistema, incluindo:

- A necessidade de um grande espaço em cada ponto de transferência devido ao espaço de manobra requerido pelo veículo contentor, bem como a necessidade de se poder colocar um contentor vazio perto do contentor cheio.
- É necessário que os veículos basculantes elevados possam descarregar as suas cargas directamente nos contentores, que podem ter pelo menos 2 m de altura. Podem ser usadas rampas para que os veículos de recolha primária possam subir até a altura dos topos dos contentores e bascular as suas cargas da forma convencional, mas isso aumenta ainda mais a necessidade de espaço.
- A eficiência do veículo de transporte secundário é reduzida pelo peso e custo do mecanismo de recolha do contentor e pelo peso elevado dos contentores que, juntamente, reduzem a capacidade de transporte de carga do veículo.
- Dificuldades em limpar debaixo dos pontos de transferência uma vez que

haverá sempre um contentor cheio ou vazio em cada local. Logo que o contentor cheio começa a ser levantado, baratas e roedores correrão para se esconder debaixo do contentor vazio que se encontra ao lado, juntando problemas com insectos e roedores aos problemas de cheiros. É essencial que haja condições de lavagem (mangueira, superfícies pavimentadas e dreno) em cada ponto de contentores para que se evitem cheiros, e, mesmo assim, é difícil lavar-se devidamente uma vez que está sempre presente um contentor.

- Há muito pouca capacidade de armazenamento neste tipo de estação de transferência. O número de veículos que levam resíduos para o local tende a atingir um máximo e depois decair até ao pico seguinte, ao passo que a remoção de resíduos em grandes camiões secundários é relativamente constante durante as horas de trabalho. Este desfazamento entre entradas e saídas pode exigir um armazenamento considerável.

Se os resíduos tiverem uma baixa densidade, pode ser apropriado para grandes quantidades de resíduos usarem-se compactadores estáticos que compactam os resíduos em contentores fechados usando um êmbolo operado hidráulicamente. O êmbolo fica localizado na base de uma tremonha para a qual os resíduos são basculados dos veículos de recolha primária. Contentores com mecanismos de carregamento e compactação estão disponíveis, mas não são apropriados para os resíduos de alta densidade que se encontram nos países em desenvolvimento. Além disso, têm capacidades de carga reduzidas devido ao elevado peso do mecanismo de compactação e apresentam problemas consideráveis com resíduos orgânicos ou nas estações das chuvas quando o mecanismo de compactação força os lixiviados corrosivos e nocivos para fora dos resíduos.

desenvolvido em Da Nang (no Vietname) um sistema de elevação para levantar carrinhos de mão para o nível superior, de onde os resíduos eram descarregados por gravidade basculando os carrinhos de mão para transferir as cargas directamente para camiões de transporte secundários que esperam abaixo.

Há muitos problemas críticos com todos os tipos de sistema de rampa, incluindo os seguintes:

- Ocupam grandes áreas de terra, por isso geralmente ficam localizados longe do centro da cidade e de áreas densamente povoadas, onde o custo da terra é elevado, e construídos em áreas marginais, onde os valores são mais baixos. Esta situação, por sua vez, faz com que os veículos de recolha primária tenham de percorrer distâncias excessivamente longas, daí advindo as suas reduzidas eficiências e a impossibilidade de se poder optar por certos veículos de recolha de curto alcance, como carrinhos de mão e triciclos.
- São comuns os problemas de ruído e cheiros, a menos que o local seja mantido escrupulosamente limpo, além de que o papel e o plástico podem voar para propriedades vizinhas. Por esses motivos, os residentes podem opor-se a ter uma estação de transferência no seu bairro (mesmo que tenha sido construída antes de haver casas nas proximidades). A oposição pública a estações de transferência

abertas é outra razão pela qual ficam localizadas longe das áreas urbanas. O custo de confinamento total de uma grande estação de transferência seria muito elevado.

- Estações de transferência do tipo de compactação, em particular, são muito caras e têm altos custos de energia. Não há razão para se compactarem os resíduos se puderem ser transportadas cargas económicas sem compactação.



Note o tamanho dos reboques, a presença do reboque de reserva, e a saliência para assegurar que não caiam resíduos entre a parede e o reboque. Para pequenas distâncias de transporte (até 20 km) tractores com estes grandes reboques são mais eficientes do que camiões.

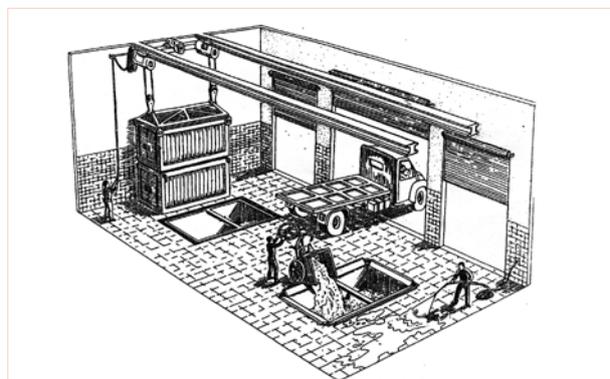
Foto 8.2 Estação de transferência de níveis diferenciados.

8.2.4 Pequenas estações de transferência do tipo fosso e elevação (PET)

Era costume pensar-se que as estações de transferência exigiam muito espaço e tinham problemas de ruído, lixo e odores. Em função disso ficavam invariavelmente localizadas longe de áreas residenciais e comerciais, a alguma distância de onde os resíduos são gerados, resultando em altos custos de recolha. No entanto, um sistema que evoluiu originalmente na China e que depois se desenvolveu quando introduzido noutros países (incluindo o Vietname [Tabela 8.2] e o Egípto) veio alterar essa forma de pensar. Agora, pequenas estações de transferência (PET, Figura 8.1 e Fotos 8.3) podem ficar localizadas perto dos locais onde os resíduos são gerados, e até mesmo ser incorporadas nos andares térreos dos arranha-céus do centro da cidade. Essa nova abordagem caracteriza-se por várias *pequenas estações de transferência* no centro da cidade em vez de uma ou duas de maiores dimensões *fora da cidade*. Uma cidade chinesa, por exemplo, com uma população de cerca de 2,5 milhões de habitantes, possui mais de 130 pequenas estações de transferência. Como resultado, as distâncias que os veículos de recolha primária têm que percorrer são muito reduzidas, e veículos de recolha primária menores e mais económicos tornam-se muito mais económicos do que os veículos primários maiores levando suas cargas a longas distâncias.

As PET funcionam com os seguintes princípios:

- Um guincho de elevação eléctrico deposita grandes contentores de topo aberto num fosso (ou fossos) no solo, de modo que a parte superior do contentor fique no nível do solo.
- Veículos de recolha de todos os tipos podem baldear as suas cargas directamente para os contentores, sem necessidade



Pequenas estações de transferência como esta são eficientes e higiénicas. Podem ficar localizadas perto dos locais onde os resíduos são gerados para reduzir os custos da recolha primária. No desenho, os contentores que seriam armazenados em frente à direita foram removidos para que se possa ver claramente a disposição da estação de transferência. As dimensões em planta são 16 m x 8 m.

Figura 8.1 Estação de transferência de fosso duplo.

de manuseamento manual ou mecanismos especiais basculantes elevados.

- A capacidade do contentor é compatível com a capacidade de transporte dos camiões de transporte secundários, com alguma capacidade de reserva para que possam ser sempre alcançadas cargas completas. Os contentores podem ter capacidades até 30 m³ ou mais, dependendo da densidade dos resíduos e do tipo de camião de transferência utilizado. Normalmente as densidades dos resíduos de países em desenvolvimento permitem cargas até 15 toneladas por contentor num chassis de camião 6 x 4 sem qualquer compactação.
- Células de pesagem na parte inferior do fosso medem o peso dos resíduos no contentor para que estes possam ser enchidos até à sua capacidade máxima de carga sem sobrecarregar os camiões. Cada carga de contentor usa, portanto, 100% da capacidade óptima de cada camião, reduzindo o número de cargas para o local de deposição final e aumentando a vida útil do camião.
- As células de pesagem electrónica na parte inferior dos fossos também podem ser usadas para registar as cargas de cada veículo de recolha principal, permitindo assim monitorar as operações de recolha, um sistema de pagamento por peso para a recolha e maior eficiência do veículo de recolha.
- Há espaço ao lado de cada fosso para armazenar contentores vazios ou cheios de resíduos, empilhados até três em altura. Este espaço permite que uma estação de transferência de fosso duplo armazene até dez cargas de contentores (incluindo os contentores nos fossos e os contentores nos dois veículos de transporte secundário [transferência]). A capacidade de armazenamento é, portanto, tipicamente entre 100 e 150 toneladas de resíduos, dependendo da capacidade dos camiões e contentores utilizados. O guincho pode levantar um contentor cheio de um fosso e empilhar dois ou três contentores ao lado do fosso, sem necessidade de um veículo.
- O guincho também é usado para levantar os contentores para os camiões de transporte secundários. Cada camião é equipado com uma estrutura basculante de esqueleto simples e leve na qual o contentor é descido usando o guincho, não havendo, portanto, necessidade de um mecanismo pesado e caro de recolha de contentores. O contentor é ligado ao camião por “twistlocks” convencionais que são amplamente utilizados para manuseamento de contentores marítimos. Um cilindro hidráulico preso à armação basculante inclina o recipiente para o descarregar no aterro sanitário ou na estação de tratamento. Assim, a capacidade de carga de cada camião é de cerca de 3.000 kg

acima da capacidade de carga de um caminhão com elevador de gancho.

- O espaço requerido por este tipo de estação de transferência é muito pequeno, normalmente cerca de 20 m por 10 m para um sistema de fosso duplo e 12 m por 8 m para um sistema de fosso único. Quer isto dizer que a estação de transferência pode ficar localizada num pequeno local próximo de onde se faz a recolha, resultando em curtas distâncias de transporte e maior eficiência do veículo de recolha primária.
- Na China, é comum verem-se essas estações de transferência construídas nos dois andares inferiores de prédios altos, ou o espaço acima da estação de transferência é usado para habitações, escritórios, etc.
- A prática na China é lavar a estação de transferência todos os dias com uma mangueira de água de alta pressão, drenando toda a água residual para os fossos, de onde é bombeada para o sistema de esgotos. Assim, com este sistema não há cheiros, insectos nem roedores.
- Este sistema de transferência não é caro. No Egipto, por exemplo, uma estação de transferência de fosso duplo deste tipo, com capacidade de armazenamento de 100 toneladas de resíduos, foi construída em 2005 com um custo total de construção de 105.000 USD, e uma estação de transferência de um só fosso para 50 toneladas/dia custou 55.000 USD (também em 2005). A localização da estação de transferência no centro da cidade ou em áreas residenciais pode reduzir bastante os custos de recolha primária.

Este tipo de estação de transferência é muito apropriado para

áreas urbanas congestionadas onde o melhor meio de recolha primária é o uso de carrinhos de mão, triciclos, carros de tracção animal ou pequenos veículos motorizados com alcance limitado. Estas estações de transferência podem ficar localizadas em áreas urbanas densamente povoadas para que os veículos de recolha primária mais usados sejam carrinhos de mão e triciclos. A experiência da China revelou não haver problemas de cheiro ou lixo no chão. Funcionários municipais e representantes de residentes de outros países podem não estar dispostos a localizar uma instalação de resíduos sólidos em plena área congestionada, razão pela qual pode ser necessário organizarem-se visitas de estudo à China ou ao Vietname para que possam ver, eles próprios, que não há incómodos para os vizinhos. O sistema de carregamento e transporte secundário é económico e robusto. A necessidade de construir uma estrutura permanente pode parecer uma desvantagem, especialmente para os que se preocupam apenas com medidas de curto prazo, mas os andares superiores do edifício podem ser alugados ou usados como escritórios, e, caso seja mais tarde introduzido um sistema diferente que não exija a estação de transferência, o piso térreo pode ser facilmente convertido para outros fins, como, por exemplo, lojas.

Este sistema de recolha de resíduos não é considerado o melhor para todos os casos - por exemplo, se os camiões puderem recolher lixo do ponto de geração e transportá-lo facilmente para um local de deposição final próximo, não há necessidade de qualquer espécie de estação de transferência. No entanto, as vantagens significativas deste sistema recomendam-no para cuidadosa consideração em cidades congestionadas.



a) Num prédio residencial em ambiente urbano na China



b) Superestrutura de baixo custo



c) Contentor num veículo de transporte basculante especialmente desenhado. Capacidade do contentor correspondendo à densidade dos resíduos e à classificação da carga do camião



d) Fosso para receber o contentor; veja as superfícies revestidas, o dreno e as células de pesagem nos cantos



e) Contentor que está a ser descido para o fosso



f) Empilhamento de contentores vazios ao lado do fosso

Fotos 8.3 Pequena estação de transferência.

Caixa 8.2

Pequenas estações de transferência no Vietname

Foi introduzido numa área da cidade de Ho Chi Min um sistema de estação de transferência de fosso e elevação que revelou uma grande economia de custos de que saíram a lucrar sobretudo os operadores de recolha, que, usando triciclos como faziam anteriormente, podiam agora recolher duas cargas por dia, em vez de uma como antes acontecia, quando eram obrigados a aguardar pelo camião no ponto de encontro. O congestionamento de tráfego e a desagradável sujeira provocada pela dispersão de resíduos nos pontos de encontro foram evitados. O sistema de fosso e elevação tem sido agora expandido para outras áreas, e acabará por substituir completamente o sistema de ponto de encontro.

8.2.5 Sistema de transferência de contentor para contentor

Um sistema que está a ser introduzido em cidades mais pequenas na região do Lago Vitória, na África Oriental, é um sistema de três estágios que se serve de pequenos tractores de duas rodas para recolha primária e tractores agrícolas convencionais com reboques especialmente projectados (Figura 7.32) e contentores. Esse sistema foi descrito na Caixa 5.3. Os tractores de baixo custo e os reboques especiais poderão proporcionar um sistema flexível de recolha e transporte de resíduos, para se adequarem aos mais diversos requisitos das cidades, com apenas uma parte dos custos de investimento e de funcionamento de um sistema de camiões.

8.2.6 Comentários gerais sobre reciclagem nas estações de transferência

A separação do material reciclável de resíduos indiferenciados deve ser realizada o mais cedo possível ao longo da cadeia de gestão de resíduos sólidos, a fim de se minimizar o grau de contaminação dos recicláveis. A segregação na fonte fornece recicláveis que têm o menor grau de contaminação, mas é necessário um programa concertado de educação pública antes de se poder dispor de quantidades significativas de materiais recicláveis segregados na fonte. Os que fazem a recolha primária costumam fazer a triagem dos materiais recicláveis durante a recolha. Ainda assim, se os materiais recicláveis não forem recuperados dessa forma, é melhor que se faça a triagem dos resíduos para reciclagem numa estação de transferência do que num local de deposição final. Também é provável que a localização das estações de transferência seja mais propícia que a dos aterros para as pessoas que fazem a triagem, ficando aquelas também mais próximas dos revendedores que comprarão os materiais separados. A triagem numa estação de transferência também permite que os resíduos sejam triados antes de haver

mais mistura (talvez, por exemplo, permitindo que os resíduos de papel limpo de um centro comercial sejam mantidos separados dos resíduos húmidos de um mercado de peixe e vegetais) resultando também em menos material a ser transportado para o aterro.

No entanto, há alguns aspectos negativos associados à triagem nas estações de transferência. Deve ser proporcionado mais espaço, tanto para separar os resíduos como para armazenar os recicláveis recuperáveis. A operação de transferência real deve ser em dois estágios, o que aumenta os custos operacionais. A gestão do local torna-se mais complexa e é mais difícil mantê-lo limpo.

Existem várias opções para o método de triagem. Em instalações de compostagem e instalações de recuperação de resíduos do sector formal, é comum fornecer-se uma correia de catação - uma correia de movimento contínuo com até um metro de largura - que transporta os resíduos passando por catadores que levantam materiais específicos e os colocam num contentor ou deitam numa calha, o que geralmente é acompanhado por um íman para recolha de itens que contenham ferro e aço. Os componentes móveis requerem manutenção e a altura dos resíduos na correia deve ser controlada de modo que nenhum material reciclável fique enterrado sob outros resíduos. Isso requer armazenamento de recepção e operação cuidadosa quando as cargas estão a chegar por impulsos e não em intervalos de tempo uniformes.

O outro extremo é triarem-se os resíduos no chão. É barato, mas não é higiénico, uma vez que os que fazem a triagem provavelmente ficarão sentados nos resíduos. Uma opção intermédia é colocar os resíduos em mesas, que podem estar inclinadas ou em degraus, para que os resíduos sejam empurrados de uma extremidade para a outra, sendo os recicláveis removidos no processo.

É frequente dar-se muito pouca atenção aos aspectos organizacionais e motivacionais de questões relativas a triagem. Se os trabalhadores da triagem recebem um salário independente da quantidade de material que recuperam, podem fazer pouco esforço para remover o máximo que puderem. Se lhes for permitido ficar com o que recuperam e vendê-lo, haverá grande interesse em cargas de hotéis e áreas residenciais ricas, mas ninguém estará interessado em separar os resíduos menos valiosos das áreas de bairros informais. Pela mesma razão, todos os trabalhadores da triagem vão querer trabalhar na extremidade a montante da correia ou da mesa, em vez da extremidade a jusante, onde os resíduos já terão sido recolhidos pelos seus colegas. Talvez se possa ultrapassar alguns desses problemas se os catadores se puderem organizar em equipas de seis a dez pessoas e repartir os seus ganhos totais por igual ou de acordo com o número de horas trabalhadas.

A incorporação de triagem nas operações de uma estação de transferência obriga a que o local seja maior do que de outra forma seria necessário, e provavelmente faz com que fique menos organizado e mais poluente. Por essas razões, precisaria de se situar mais longe das áreas residenciais, o que aumenta a distância coberta pelos veículos de recolha primária, agravando os custos de recolha. Essas desvantagens fazem com que a segregação na fonte e a triagem pelos que fazem a recolha primária pareçam mais atraentes. Esta questão mostra a importância de uma planificação integrada – ter presentes todas as etapas, considerando todas as partes interessadas e incluindo todos os impactos (financeiros, operacionais, económicos, de saúde e ambientais, etc.).

8.3 TRANSPORTE A GRANEL

Em situações nas quais as instalações de tratamento e locais de deposição final ficam a uma distância considerável das áreas de recolha, há uma boa relação custo-eficácia transferindo-se os resíduos dos veículos de recolha primária para veículos de transporte secundários de muito maiores dimensões, frequentemente chamados veículos de transporte a granel devido às suas grandes capacidades. Esses grandes veículos podem ser classificados em seis grupos.

- Os tractores agrícolas podem traccionar grandes reboques, mas o seu alcance é restrito por razões de economia, devido à sua relativamente baixa velocidade. Numa cidade do Egipto, no entanto, um tractor de 65 cv tracciona reboques de 20 m³ para distâncias de mais de 20 km (Foto 8.2), o que provou ser um sistema económico.
- Os camiões de grande porte são equipados com carroçarias abertas que são suficientemente grandes para levar o peso legal máximo de resíduos. São por vezes usados chassis de três e quatro eixos, mas, na maioria dos casos, o uso desses chassis mais pesados provavelmente não se justifica porque a densidade dos resíduos poderá não ser suficientemente alta para formar uma carga próxima da carga útil legal, e os custos operacionais extras do chassis maior, particularmente em termos de substituição de pneus, podem torná-los não económicos.
- A capacidade de carga de um camião pode ser aumentada traccionando um reboque atrás do camião. O reboque pode ser carregado numa estação de transferência da mesma forma que o camião. O camião pode ser adaptado para que o seu sistema hidráulico possa operar um mecanismo basculante no reboque, mas, a menos que o camião tenha um sistema basculante lateral (que não é recomendado para uso em aterros sanitários), o reboque deve ainda ser destacado para permitir que o camião bascule a sua própria carga. Alternativamente, o reboque pode ser desacoplado do camião na entrada do aterro e conectado a um tractor que possa traccioná-lo para a área de trabalho do aterro e operar o mecanismo basculante usando o seu próprio sistema hidráulico. (Pode ser necessário desacoplar o reboque do camião também por outro motivo - o camião não conseguir traccionar o reboque sobre os resíduos sem derrapar.) Alguns aterros sanitários têm plataformas inclinadas para descarregar camiões e reboques que não tenham os seus próprios sistemas basculantes, um arranjo que, no entanto, torna o funcionamento do aterro mais complicado.
- Camiões com elevadores de gancho (ponto 7.9.3) são muito adequados para transportar resíduos de estações de transferência para locais de deposição final. Os contentores podem ser deixados na estação de transferência para serem carregados, enquanto o camião leva um contentor cheio para o aterro, de modo que o camião gasta pouco tempo carregando e descarregando, permitindo atingir altas produtividades. Os contentores de topo aberto podem ser carregados de cima (numa estação de transferência de níveis diferenciados ou por uma pá carregadora), e os primeiros itens a serem carregados podem ser levados para o contentor através das portas traseiras. Contentores fechados são carregados por máquinas compactadoras estáticas que levam resíduos que foram descarregados numa tremonha e os forçam para dentro do contentor. Uma modificação deste sistema enche contentores e coloca-os em prateleiras de onde podem ser recolhidos por camiões que não têm mecanismos com elevação de gancho mas recolhem os contentores indo de marcha-atrás para debaixo deles quando são suportados por uma estrutura. Em todos os casos, os contentores são esvaziados por basculação. A capacidade do contentor é restringida pelo peso do mecanismo do elevador de gancho e o peso adicional do contentor de gancho especial.
- Um sistema de camião usado com a pequena estação de transferência (PET) descrita no ponto 8.2.5 tem um sistema de basculação com esqueleto simples e um contentor muito mais leve, permitindo que o camião transporte até 3.000 kg extra em cada viagem. O contentor é levantado para dentro e para fora do camião por um guincho de elevação eléctrico na estação de transferência (Foto 8.3.d).
- Podem ser usados grandes camiões compactadores para longas distâncias de transporte (mas devem ser consideradas cuidadosamente as desvantagens dos camiões compactadores listadas no ponto 7.8.1 antes de se seleccionar este tipo de veículo). Pode ser apropriado para veículos pequenos sem compactação levar as suas cargas

para estações de transferência e, para camiões compactadores grandes, seguir directamente para o aterro. É de recordar que os camiões compactadores têm mecanismos de carga e compactação pesados que não são necessários para o transporte a longa distância.

- Também são usados camiões articulados (semi-reboques - Fotos 8.1 e 8.4) para transporte a granel a longa distância, devido à sua grande capacidade. Outra vantagem é que pode ser deixado um reboque numa estação de transferência para ser carregado, enquanto a unidade de tracção³⁵ e o motorista estão a seguir para o local de deposição final com outro reboque que já tenha sido carregado. Desta forma, a produtividade da unidade de tracção é muito elevada. No ponto 5.2 do Anexo A5 são mencionados alguns problemas específicos enfrentados por camiões articulados quando operam em aterros (Foto 8.4). Podem ser baldeados resíduos de cima se a parte superior da carroçaria do reboque for aberta, caso em que a carga deve ser coberta antes de o veículo partir. Alternativamente, a carroçaria do reboque pode ser carregada compactando-se os resíduos a partir da parte traseira se a carroçaria for suficientemente forte para suportar as forças e a abrasão.

Reboques longos não devem ser esvaziados por basculação uma vez que em terreno macio tendem a tombar para os lados. Alguns reboques estão equipados com placas ejetoras operadas por longos êmbolos hidráulicos de múltiplas etapas. Estes êmbolos são vulneráveis a danos, sendo a sua substituição dispendiosa, e a placa ejetora

pode causar tensões extras na carroçaria da unidade reboque e fazer com que os resíduos se levantem e danifiquem a cobertura de lona (no caso de reboques de topo aberto), a menos que esta seja removida antes do descarregamento. Outros estão equipados com correias transportadoras ou “fundos móveis”³⁶ que movem os resíduos para a unidade reboque, para carregamento, e para fora, para descarga.

Ao seleccionar o tipo de veículo a ser usado para transporte secundário a granel, é importante que se considere a maioria dos factores listados no início deste capítulo, para que o serviço seja económico e fiável.

Também são utilizados meios ferroviários e fluviais para o transporte de resíduos a longa distância. Nesses casos, a cadeia de recolha pode ter três ou quatro etapas, porque os resíduos têm de ser transferidos de volta para um camião no final da jornada fluvial ou ferroviária, de modo a poderem ser levados para a parte operacional do aterro. Para simplificar essas transferências, são colocados em contentores no primeiro ponto de transferência e aí mantidos até serem descarregados no aterro. Camiões grandes basculantes *todo-o-terreno* podem ser adaptados para manuseamento de contentores de resíduos em aterros sanitários, embora sejam caros e acresçam um processo extra à cadeia de transporte. Podem ser usados para manusear contentores que são levados para o aterro por camiões articulados ou por transporte fluvial e ferroviário.

35. Esta unidade de tracção não deve ser confundida com um tractor agrícola. O tipo de veículo aqui referido tem uma cabine (a mesma cabine que tem um grande camião) montada em pequenos mas fortes chassis com equipamento para ligar a unidade de reboque e conexões para operar os componentes eléctricos e travões desta unidade.

36. Um fundo móvel tem correias oscilantes que movimentam os resíduos que sobem para sustentá-los e movê-los numa curta distância - normalmente 10 cm - antes de descerem para voltar à sua posição inicial, enquanto vigas fixas absorvem o peso dos resíduos entre cada ciclo.



Foto 8.4 Pá carregadora de esteiras ajudando um camião articulado vazio a sair dos resíduos.

Resumo

- A recolha de duas etapas com transferência aumenta a complexidade do sistema de recolha, mas pode trazer vantagens particulares.
- Disposições relativas a transferências mal concebidas podem levar a ineficiências e dispersão de resíduos.
- A transferência directa para grandes contentores ou reboques reduz os problemas ambientais.
- Pequenas estações de transferência no interior de prédios em áreas urbanas congestionadas permitem uma transferência eficiente e limpa, assim como recolha primária e transporte secundário com boa eficiência de custos, mas as autoridades municipais podem ser relutantes em localizá-las em áreas movimentadas, embora sejam assim amplamente utilizadas na China.
- Várias estações de transferência pequenas terão geralmente melhor relação custo-eficácia que uma única de grandes dimensões.

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS DE RECOLHA

9.1 INTRODUÇÃO

A operação e a manutenção dos equipamentos de recolha de resíduos e aterros sanitários podem constituir uma grande parte do orçamento de qualquer autoridade local. No passado, o foco dos projectos que envolviam assistência internacional era apenas o fornecimento de equipamentos e a construção de instalações, mas esses projectos têm vindo a incluir cada vez mais capacitação e assistência nas etapas iniciais das operações. Tal facto é muito bem acolhido, uma vez que a operação e a manutenção muitas vezes necessitam de apoio efectivo, e a familiaridade com os problemas relacionados com a fase de operações ajuda os consultores e decisores a fazerem recomendações mais sustentáveis no futuro. Operadores do sector privado com alguma experiência estão muito familiarizados com os impactos da operação e manutenção na escolha de veículos e alocação de recursos, e têm o cuidado de incluir os contributos da experiência operacional nas suas decisões, porque sabem que disso dependem a sua reputação e o seu lucro.

Infelizmente a situação é menos satisfatória no sector estatal. As administrações locais e nacionais devem dar mais importância às operações e à manutenção. A selecção de veículos a nível nacional ou local é geralmente feita sem referência a gestores de operações e engenheiros de manutenção. É insuficiente a atenção dada ao desenvolvimento das capacidades dos departamentos envolvidos na operação e manutenção. Muitas vezes as estruturas e os procedimentos financeiros não são adequados para as necessidades de manutenção. O controlo e a responsabilidade pelas várias componentes de despesa estão frequentemente repartidos. São exemplos o pagamento de salários com fundos centrais e outras despesas de funcionamento com receitas locais, e a provisão de capital ou equipamento pelo governo nacional. Essa fragmentação de responsabilidades leva a sistemas ineficientes. Uma inadequada responsabilidade financeira dos chefes de manutenção, recursos insuficientes para manutenção e atrasos nas alocações financeiras para manutenção resultam em aumento de custos e serviços de qualidade inferior.

Muito se pode aprender da experiência. As operações de recolha e manutenção devem ser observadas e monitoradas. O estudo do trabalho (Anexo A1) tem duas vertentes:

- **Estudo dos métodos** – que observa como o trabalho é feito e sugere melhorias nos métodos de trabalho que maximizem a eficiência, simplificando ou reduzindo

recursos necessários, reduzindo interferências entre os trabalhadores e evitando riscos de ferimentos ou infecções. A observação proporciona muitos ensinamentos, e devem ser cuidadosamente ouvidas as sugestões de motoristas e trabalhadores, bem como de encarregados.

- **Medição de trabalho** – que envolve a recolha de dados sobre horários, números, pesos e distâncias para que possam ser comparados os desempenhos, quantificados os custos unitários e as produtividades, e estimados os benefícios de possíveis melhorias. Os resultados da medição e do cálculo constituem uma boa base para as decisões administrativas, para que os custos possam ser reduzidos e a cobertura aumentada. Em geral, a gestão de resíduos sólidos carece seriamente de dados objectivos sobre operações e desempenho na manutenção.

Um programa adequado de manutenção preventiva pode prolongar significativamente a vida útil do equipamento e reduzir o tempo de imobilização, traduzindo-se na redução da quantidade de equipamento necessário, bem como num melhor nível de serviço. Verifica-se muito frequentemente que a responsabilidade pela operação e manutenção está incluída nas muitas funções de um administrador que pouco entende dos aspectos técnicos dessa actividade e de um auditor financeiro que geralmente se preocupa com questões financeiras de curto prazo. Se o funcionário que aloca fundos para despesas de funcionamento não entender a importância da manutenção, pode não perceber as consequências da retenção de fundos para a compra de peças de reposição apenas para um período curto - duas semanas, por exemplo. O resultado desses atrasos em aceitar dotações financeiras pode ser a eventual necessidade de investir grandes valores para substituir equipamento que não tenha sido adequadamente mantido ou comprar equipamento de reserva adicional necessário apenas devido a longas demoras em repor os veículos após avarias.

Os detalhes de operação e manutenção variam consideravelmente, influenciados por muitos factores, tais como população servida, nível do serviço, geografia e enquadramento, tipos de veículos, envolvimento do sector privado e estrutura organizacional. Este capítulo não tenta cobrir todos os aspectos relacionados com operação e manutenção, mas discutir aspectos da planificação de roteiros de recolha, comunicação, monitoria de desempenho e manutenção preventiva. Alguns pontos relacionados com as operações também podem ser encontrados no Capítulo 12. No Anexo A2 é descrito um programa típico de manutenção preventiva.

9.2 PLANIFICAÇÃO DE ROTAS DE RECOLHA

Uma planificação cuidadosa das rotas seguidas pelo veículo de recolha pode acelerar esta etapa e aumentar a eficiência do veículo e da mão-de-obra. A planificação de rotas envolve um estudo cuidadoso de cada área de recolha, a fim de maximizar a capacidade de recolha diária de cada veículo. Eis algumas regras simples para planificação de rotas:

- As rotas dos veículos devem minimizar as distâncias percorridas por cada carga de recolha e maximizar as cargas. A primeira rota diária deve começar perto do depósito do veículo e terminar com um veículo totalmente carregado o mais próximo possível do ponto de transferência, estação de tratamento ou local de deposição final. As rotas subsequentes devem começar e terminar perto do ponto de deposição final.
- As rotas dos veículos devem ter em conta as condições do tráfego em diferentes partes da cidade em diferentes momentos do dia, e problemas específicos de trânsito, como, por exemplo, evitar a passagem por escolas no início e no final do dia lectivo. Pode ser necessário recolher em áreas do centro da cidade à noite e, para sistemas de quarteirão em áreas residenciais, operar em horários em que os moradores se encontrem em casa.
- As rotas dos veículos devem ter em conta qualquer legislação local, como, por exemplo, limites de peso em estradas ou pontes. Também devem considerar a largura das ruas e o congestionamento causado por carros ou camiões estacionados em diferentes momentos do dia.
- Na medida do possível, as rotas devem evitar curvas que atravessem o tráfego - nos países em que a condução é à esquerda, devem evitar-se curvas à direita e vice-versa. Inversões de marcha difíceis também devem ser evitadas.
- A concepção de rotas de recolha para veículos requer uma abordagem inteligente de senso comum, mais do que de alta tecnologia. Escrever programas de computador para determinar as rotas óptimas é um interessante desafio académico, e existem muitos desses programas. É, no entanto, de recordar que o output de um computador só pode ser tão bom quanto os dados de entrada. Se o programa não considerar efectivamente problemas como os de tráfego, curvas difíceis e atrasos em locais onde o carregamento é difícil, é improvável que o resultado seja útil. Os motoristas podem ter as suas próprias razões para preferir uma rota específica. Por exemplo, podem pretender passar por um café particular no horário de seu intervalo ou passar por um depósito de reciclagem, onde podem vender materiais recicláveis que recolheram

durante a ronda. O gestor deve decidir quando ceder e quando insistir na adesão às instruções. Os computadores podem ter um papel na determinação das melhores rotas para veículos de recolha, mas o senso comum, o compromisso, a cooperação, a experiência e a observação são essenciais para se seleccionarem rotas que minimizem os custos e distribuam o trabalho de forma justa entre as equipas. Se as áreas de recolha puderem ser divididas de maneira justa para que o tempo necessário para cada uma seja aproximadamente o mesmo (o que pode não significar que cada equipa recolha o mesmo peso de resíduos, pois as diferenças nos tempos de viagem, problemas de acesso e métodos de carregamento devem ser tidos em consideração) pode ser suficiente permitir que os condutores planeiem as rotas reais dentro das áreas de recolha.

- Uma equipa de um estudo do trabalho deve dedicar tempo ao estudo do funcionamento de cada veículo a partir da cabine do veículo e à observação de atrasos e outras ineficiências antes de “sintonizar” as rotas do veículo e a distribuição de tarefas. O objectivo dessas observações deve ser explicado às equipas dos veículos para obter o seu apoio e cooperação.

Uma nova configuração das rotas de recolha e frequências de recolha numa parte da Cisjordânia, na Palestina resultou em menos reclamações e numa redução de 20% nos custos de recolha. [El-Hamouz, 2007].

9.3 COMUNICAÇÃO

A comunicação no seio de uma grande organização é uma questão muito importante, e de relevância ainda maior quando há uma importante interface com o público em geral, como é o caso da recolha de resíduos sólidos. Esta importantíssima questão da comunicação com o público é resumidamente discutida no ponto 12.8.3. Quanto à comunicação no seio de uma organização, são diversas as razões que explicam também a sua grande importância, incluindo o melhor uso de cada um dos membros e o desenvolvimento do espírito de equipa. Neste capítulo a questão que se discute é dirigir a força de trabalho.

A comunicação é particularmente relevante na recolha de resíduos sólidos porque a maioria dos funcionários está dispersa por uma área ampla, e continuamente em movimento. Uma equipa de recolha pode ter de informar o seu superior sobre uma avaria, um acidente, um problema específico (como um incêndio nos resíduos ou um contentor danificado) ou uma reclamação ou observação que precise de atenção urgente. As equipas de recolha podem

ter de ser informadas sobre as cargas extras que precisam de ser recolhidas, o congestionamento de tráfego que pode ser evitado e a assistência de que outra equipa possa necessitar por alguma avaria ou algum outro motivo. Também pode ser necessário averiguar a localização de uma determinada equipa de recolha.

Há três níveis de comunicação:

- a) O mais barato e mais simples é instruir a força de trabalho quando os seus membros se registam no ponto de encontro ou no escritório do bairro no início do turno, e pedir informação no final do turno, quando saem. Se um veículo de recolha passar por uma sala de controlo de operações ou pela portaria do aterro sanitário na sua rota, pode ser transmitida através daí uma mensagem.
- b) O nível seguinte consiste em equipar os supervisores com um meio de comunicação - telemóvel ou rádio bidireccional - para que possam transmitir qualquer mensagem aos funcionários que supervisionam (depois de primeiro os localizar).
- c) O terceiro nível é munir cada equipa de um meio de comunicação. É desejável que cada equipa num camião de recolha de resíduos tenha o seu próprio telefone celular ou rádio bidireccional, mas o mesmo não é necessário para os que fazem a recolha com veículos locais e lentos, como carrinhos de mão, nem para cantoneiros de limpeza, porque deve ser possível o seu encarregado ou supervisor localizá-los razoavelmente depressa. Como as redes de telefonia celular estão quase universalmente disponíveis e os custos das tarifas de telefonia móvel têm vindo a diminuir, não há razão para que cada veículo não seja equipado com um telefone celular, eventualmente limitado a chamadas locais. O rádio bidireccional também pode ser usado, o que, no entanto, é dispendioso.

No ponto 12.8.4 podem ser encontrados mais alguns comentários sobre equipamentos de comunicação.

9.4 MONITORIA

Tal como na planificação (ponto 10.1), a monitoria³⁷ do desempenho parece ser negligenciada pela maioria dos gestores municipais responsáveis pela recolha de resíduos. As razões para atribuir pouca importância à recolha e uso de dados relativos ao desempenho nas operações e na manutenção podem ser semelhantes às razões para evitar a

planificação de médio prazo, e incluem:

- falta de tempo devido a pesada carga de administração e a não delegação,
- uma cultura organizacional em que não se incentiva a avaliação do desempenho, e
- falta de conhecimento, compreensão e confiança.

A monitoria envolve três etapas:

- a) **A recolha de dados** – Alguns dados devem ser recolhidos por rotina, tais como os pesos dos resíduos levados para o local de deposição final (se houver uma báscula), a lista de veículos operacionais por dia, as razões pelas quais os outros veículos não estão operacionais, os tempos de viagem, as distâncias percorridas por cada veículo, o número de instalações ou contentores servidos, as despesas em várias categorias e o número de empregados (casuais e permanentes). Outros dados podem ser recolhidos de tempos em tempos, como pesos aleatórios de cargas (se tiver de ser usada uma báscula externa), medições de operações de estudo do trabalho e medições de densidade dos resíduos. É preciso que se tenha o cuidado de garantir que essas medições sejam representativas da situação normal. Por exemplo, quando o seu ritmo de trabalho está a ser observado e medido, alguns trabalhadores podem trabalhar mais do que o normal para obter a aprovação dos seus supervisores, e outros podem trabalhar mais devagar por saberem que futuras distribuições de trabalho podem ser decididas com base nas medições, e pensarem que serão solicitados a fazer menos trabalho se trabalharem lentamente ao serem observados. É necessário reflectir-se para avaliar se o ritmo de trabalho é razoável. Os veículos podem ser carregados com mais resíduos quando a equipa de carregamento sabe que o camião vai ser pesado, por isso é preferível que se diga ao motorista para seguir para a báscula somente após o carregamento estar completo.
- b) **Cálculo com os dados** – A matemática é básica, mas é importante ser-se metódico e cuidadoso ao realizar cálculos para garantir que todos os dados relevantes sejam usados da maneira correcta. Por exemplo, ao calcular os custos de mão-de-obra, é importante que se incluam todos os pagamentos feitos aos funcionários, tendo em conta as licenças, incluindo pagamentos de seguro social e adicionando despesas gerais, como o custo de supervisão e administração. Se os custos e produtividades forem calculados com base em um dia, pode haver dificuldades para ter em conta fins-de-semana, por isso é melhor calcularem-se os custos de recolha unitária com base num

37. Monitoria é a recolha, uso e revisão regulares de dados que indicam a produtividade (inputs e outputs).

período mais longo, por exemplo uma semana ou um mês. A Caixa 9.1 apresenta exemplos de resultados calculados de Gaza [Scheu, 2003].

Há vantagens em usarem-se planilhas para cálculos, porque, se forem cuidadosamente desenvolvidas e certas células estiverem protegidas de modo a não poderem ser alteradas acidentalmente, haverá menos hipóteses de se cometerem erros aritméticos. As planilhas também facilitam cálculos repetidos, pelo que é fácil investigar o efeito das variações numa variável (para mostrar o impacto de uma mudança operacional ou para procurar saber como os erros num item de dados podem afectar o resultado final).

c) Usando os resultados – Deve haver sempre um propósito claro em cada exercício de recolha de dados. A informação de monitoria pode ser usada de várias formas, incluindo as seguintes:

- comparação do desempenho actual com o desempenho anterior, para indicar os efeitos das mudanças na abordagem da gestão ou desenvolvimento de capacidades;
- comparação do desempenho em dois locais (depois de verificar que os dados são recolhidos e os cálculos executados da mesma forma em cada local), para indicar se podem ser esperadas melhorias;
- comparação do desempenho das equipas de carregamento ou do trabalho exigido pelas diferentes rotas de recolha, rodando as equipas entre as rotas e medindo o seu desempenho;

- comparação de motoristas (no caso em que um motorista geralmente conduz o mesmo veículo) para ver que motoristas precisam de mais treinamento (por causa, por exemplo, do desgaste excessivo nas embraiações ou pneus dos veículos que conduzem);
- monitoria de distâncias cobertas para agendar a manutenção (ponto 9.5) e, em conjunto com o consumo de combustível reportado, para controlar o roubo de combustível;
- previsão dos efeitos de possíveis mudanças na gestão ou alocação de fundos, por exemplo colocando mais recursos na manutenção preventiva (ponto 9.5);
- comparação da fiabilidade de diferentes chassis ou carroçarias no que respeita às suas disponibilidades³⁸ (a Caixa 9.2 mostra as disponibilidades das frotas dos sectores público e privado);
- estimativa de custos de sistemas alternativos de recolha, por exemplo alterando a frequência de recolha, o tamanho da equipa de cada veículo ou o tipo ou tamanho do veículo. Ao investigar o impacto de uma mudança de veículo, talvez se possa recolher alguns dados de outra cidade onde os veículos são usados ou

38. Disponibilidade é a percentagem de tempo que um veículo está disponível para funcionar. Pode também ser o número de veículos de um tipo específico que está disponível para funcionar, como percentagem do número total de veículos desse tipo. Diz-se que um veículo está disponível para o serviço mesmo que não esteja requisitado e esteja em standby. Se um veículo não estiver disponível, diz-se que está em baixo; $disponibilidade = 100 - \% \text{ de tempo de imobilização}$.

Caixa 9.1

Exemplo

Resultados de desempenho de um sistema de grua-basculante em Gaza

No total, 12 veículos de recolha estavam a ser operados numa base programada para atender comunidades com uma população total de cerca de 240.000 pessoas, o equivalente a um camião por 20.000 pessoas. Dois outros camiões e equipas estavam em standby. Cada camião esvaziou cerca de 145 contentores comunitários, tendo cada um a capacidade de 1,0 m³. Os contentores nas áreas urbanas são esvaziados diariamente e nas áreas rurais pelo menos três vezes por semana. São, no total, aproximadamente 1.750 contentores, o que equivale a cerca de 140 pessoas por contentor. A distância média percorrida por viagem é de 35 km.

A balsa no aterro sanitário (Foto 9.1) fornece os dados necessários para a monitoria do desempenho de veículos e equipas de recolha. Na balsa é registado o seguinte:

Data | Tempo | *No. do camião* | *Área servida* | *Conductor*
 Peso Bruto | Tara | Carta do veículo

Os camiões passam pela balsa quando entram no aterro e somente os três códigos dos itens apresentados em itálico são inseridos pelo funcionário na portaria. Os dados restantes são armazenados ou calculados eletronicamente pelo sistema. Obtém-se, deste modo, um conjunto fiável e

completo de dados para análise posterior.

Importantes indicadores de desempenho calculados usando esta informação:

- **Eficiência de recolha de veículos - 2,6 toneladas por hora** (carga média 7,70 toneladas, 2,05 viagens por turno, 6,0 horas por turno).
- **Produtividade do trabalho - 1,3 toneladas por tripulante por hora** (considerando uma equipa composta por um motorista mais um assistente adicional).
- **Utilização do veículo - cerca de 84%** (considerando que 12 camiões e 2 veículos em *standby*, equivalentes a 12/14 = 86%, têm sido suficientes para executar os serviços e que 2% dos turnos foram cancelados em 1998).

[Scheu, 2000]



Foto 9.1 Balsa para recolha de dados operacionais.

Caixa 9.2

Exemplo

Veículos disponíveis numa cidade capital em África

Foram recolhidos os seguintes dados para diferentes tipos de veículos dos sectores público e privado.

	Sector público			Sector privado		
	Número existente	Operacionais		Número existente	Operacionais	
		Número	Percentagem		Número	Percentagem
Camiões plataforma	4	4	100	12	10	83
Camiões basculantes	8	2	25	48	32	67
Elevador de gancho	2	2	100	1	1	100
Tractores	3	2	67	1	1	100
Camiões compactadores	17	5	29	9	8	89
Camiões de carregamento lateral	2	2	100			
Total	36	17	47	71	52	73

Comentários

Não há dados sobre as idades dos veículos. É claramente mais difícil manter um camião com 15 anos em condições operacionais, comparativamente a um camião novo. Se as idades dos veículos forem semelhantes, esta tabela ilustra duas tendências:

(a) É mais difícil manter em condições operacionais veículos complexos como camiões compactadores.

(b) O sector privado é geralmente mais bem sucedido na manutenção da sua frota operacional do que o sector público.

Baseado em informação de Imam (2007)

investigar o efeito de alguma outra forma. Por exemplo, pode-se investigar-se o efeito da altura de carregamento construindo uma barreira com a altura apropriada e passando o lixo sobre a barreira. Talvez se possa alugar um veículo por um curto período para medir custos e produtividade;

- comparação das produtividades reais e custos unitários com os esperados quando o sistema foi projectado;
- estimativa da vida económica de um determinado tipo de veículo.

É útil considerar-se como apresentar os resultados. É geralmente proveitoso mostrá-los num gráfico, para que as tendências possam ser observadas facilmente, ou as relações entre dois aspectos possam ser demonstradas. A informação pode ser resumida para poder ser apresentada rapidamente numa folha³⁹. A economia de custos total que se espera advir de uma mudança proposta pode ser muito convincente.

9.5 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é uma parte essencial da operação de qualquer equipamento de recolha para garantir que a sua vida útil máxima seja combinada com tempos mínimos fora-de-serviço (tempo de imobilização) e que o equipamento esteja sempre a operar na sua capacidade máxima.

39. Ver, por exemplo, o Apêndice DD-1.1 em [Coad, 1997].

Deve ser feita uma clara distinção entre a manutenção preventiva - que é realizada para um programa definido e disciplinado - e a manutenção de crise (ou correctiva) que é realizada apenas quando se desenvolve uma avaria. Um aspecto importante de um programa de *manutenção preventiva planeada* é antecipar avarias e evitar que um problema de pequena dimensão (como um parafuso solto, por exemplo) se transforme numa avaria grave que possa exigir reparações ou peças sobressalentes dispendiosas. Um problema como uma fuga de óleo, um filtro bloqueado ou uma mangueira de entrada de ar furada é, em si, um problema muito pequeno, mas, se não for tratado, pode resultar numa avaria total do motor, da transmissão ou hidráulica.

A falta de uma manutenção adequada é provavelmente o factor mais grave que afecta a qualidade e fiabilidade de qualquer serviço fornecido por um município. Não é invulgar visitar-se um parque de veículos municipais e constatar-se que metade ou mais de metade do equipamento está fora-de-serviço devido a problemas simples que poderiam ter sido evitados. Muitas vezes, muitos dos veículos estão a aguardar peças sobressalentes que não se encontram disponíveis localmente, precisando de ser importadas do exterior. Mesmo havendo peças disponíveis no local, pode haver demoras desnecessárias em reparações simples, conforme ilustrado na Caixa 9.3. É frequente o equipamento estar inactivo, aguardando os fundos necessários para comprar peças que não foram considerados no orçamento anual. Um dos benefícios

Caixa 9.3

Exemplo

Problemas na aquisição de peças sobressalentes

Alguns anos atrás, um dos autores esteve envolvido numa limpeza geral de emergência de uma cidade da África Oriental. A cidade estava a gerar mais de 1.000 toneladas de resíduos por dia e tinha uma frota de 28 camiões basculantes, mas somente cinco destes camiões estavam ainda a funcionar, e as autoridades municipais estavam a recolher apenas cerca de 30 toneladas (3%) dos resíduos gerados cada dia. A cidade estava a enfrentar surtos de cólera e tifo, que se acredita terem sido causados pelos montes de resíduos não recolhidos.

Os escritórios municipais ficam no centro da cidade, as oficinas municipais cerca de 8 km a Norte, e os armazéns municipais centrais aproximadamente 5 km a Oeste dos escritórios e a alguma distância da zona comercial. Havia um armazém muito pequeno nas oficinas para filtros de óleo, etc., mas a maioria das peças, se estivessem disponíveis, eram mantidas no armazém central, a cerca de 8 km das oficinas. Não havia telefone nas oficinas e não estava disponível nenhum veículo pequeno (motorizada ou carrinha) para uso do chefe da oficina ou do responsável pelos armazéns centrais.

Surgiu um problema quando um dos cinco camiões que estavam a funcionar avariou e precisou de um terminal de barra de tracção, que custava talvez 50,00 USD. O procedimento para obter uma peça de substituição foi o seguinte:

- O mecânico foi até ao chefe da oficina, mostrou a peça com problemas e solicitou uma requisição para a nova peça. O mecânico foi então às oficinas com a requisição e foi-lhe dito que eles não tinham a peça em *stock*. O chefe da oficina então fez um pedido da peça aos armazéns centrais.
- Como não havia transporte nos armazéns da oficina, o chefe da oficina requisitou um dos quatro camiões de resíduos restantes para levar a requisição aos armazéns centrais. O serviço de recolha estava reduzido a apenas três camiões e duas equipas de recolha estavam desocupadas.
- Para evitar furtos de combustível, os camiões de resíduos recebem apenas combustível suficiente para o trabalho de cada dia. O motorista do camião teve, portanto, que obter do chefe da oficina uma requisição de combustível e conduzir 1 km até à bomba de gasolina para comprar aquele combustível antes de voltar para apanhar o mecânico para entregar a requisição aos armazéns centrais. Os armazéns centrais não tinham a peça em *stock*, mas comprometeram-se a obter uma de um fornecedor local.

- Nos termos do regulamento do Conselho Municipal, o gestor dos armazéns centrais tinha de obter três propostas para a peça requerida. No entanto, antes de solicitar essas propostas, ele tinha de obter a assinatura do controlador final nos escritórios municipais nos "pedidos de apresentação de propostas". O gestor dos armazéns centrais não tinha transporte, por isso, requisitou o camião de resíduos que tinha trazido a requisição original da oficina. Nos escritórios municipais foi-lhe dito que regressasse no dia seguinte para apanhar os pedidos assinados.
- No dia seguinte, ele recolheu os pedidos de táxi e foi até aos três fornecedores especificados. Cada um desses fornecedores disse-lhe que voltasse no dia seguinte. (Esse atraso foi para que os três fornecedores pudessem acordar entre si que preço podia cada um cobrar e qual deles nessa ocasião ficaria com a requisição.) Nenhum dos fornecedores forneceria as peças sem um pagamento adiantado pelo facto de o município ter um mau historial de pagamentos. Cada um dos três fornecedores fez uma factura pró-forma para os diferentes montantes que tinham acordado entre si.
- No dia seguinte, o gestor dos armazéns centrais alugou um táxi para recolher as três facturas pró-forma e levá-las aos escritórios municipais, onde lhe foi dito que o controlador financeiro apenas assinava cheques à quinta-feira e para regressar no dia seguinte, sexta-feira, para ir buscar o cheque.
- Na sexta-feira seguinte, o gestor do armazém central apanhou um táxi para os escritórios municipais e recebeu o cheque para o fornecedor acordado. Entregou esse cheque e disseram-lhe que regressasse no dia seguinte depois de se ter verificado se o cheque estava em ordem.
- No dia seguinte, ele apanhou um táxi para o fornecedor, recebeu a peça e levou-a para os armazéns centrais.
- Entretanto, alguém da oficina tinha passado pelos armazéns centrais por várias vezes (porque não tinham telefone) para perguntar se a peça tinha chegado, indo e regressando de cada vez num camião de resíduos, uma vez que não tinham nenhum outro transporte.
- Os armazéns centrais não tinham nenhum meio para contactar a oficina e, por isso, a peça continuou nos armazéns por muitos dias, até que, por fim, chegou um camião da oficina para a ir buscar.
- Depois de ter estado fora-de-serviço por quase três semanas, o camião foi reparado e ficou operacional em duas ou três horas.

Imagine o que acontece se a peça tiver de ser encomendada do estrangeiro.

de um programa de manutenção preventiva é que alerta com antecedência para qualquer necessidade de peças de reposição para que os veículos não fiquem à espera ou fora-de-serviço enquanto as peças estiverem a ser adquiridas.

Uma boa manutenção preventiva começa com a selecção e especificação dos veículos e do equipamento. Os veículos devem ser bem adaptados às condições locais e ao trabalho a ser feito, e devem ser de marcas e tipos para os quais estejam prontamente disponíveis peças sobressalentes. A simplicidade é frequentemente associada à fiabilidade. Se os veículos não forem seleccionados com a manutenção em mente, provavelmente passarão boa parte da sua vida na

oficina, aguardando reparações.

Um programa de manutenção preventiva planeada não só manterá o equipamento existente a funcionar na sua máxima eficiência, mas também fornecerá aos planificadores financeiros a informação que lhes permitirá incluir previsões precisas das despesas necessárias para peças e manutenção nos seus orçamentos anuais e tomar decisões informadas sobre futuras substituições de veículos.

Um impacto importante de qualquer programa de manutenção preventiva é que altera a cultura institucional de uma administração municipal. As avarias já não são vistas como eventos aleatórios que não podem ser pre-

vistos e estão fora do controlo de quem quer que seja. A manutenção preventiva impõe aos funcionários municipais a todos os níveis, desde os motoristas e o armazenista até ao chefe da oficina, um sentido de responsabilidade por avarias e atrasos na realização de reparações após avarias. Os atrasos também podem ser causados por falta de fundos para a compra de peças essenciais, de modo que o contabilista ou o controlador financeiro podem ser responsabilizados. Os custos do município por ter veículos fora-de-serviço podem ser vistos e podem apurar-se responsabilidades, o que pode ser um incentivo eficaz para se atribuírem fundos suficientes ao departamento de manutenção.

O sistema é projectado de forma que cada verificação ou actividade de manutenção realizada seja uma confirmação de que as verificações anteriores foram realizadas adequadamente.

- As verificações semanais de manutenção feitas por um mecânico júnior mostram se algum dos motoristas não tem realizado as suas verificações diárias adequadamente (por exemplo, se o nível do óleo num veículo é baixo, os seus motoristas não têm estado a verificá-lo regularmente).
- A verificação mensal de manutenção feita por um mecânico sénior revela qualquer inadequação nas verificações semanais (por exemplo, caso sejam encontrados mais de um ou dois parafusos soltos, isso indicará que eles não estão a ser adequadamente verificados ou apertados durante as verificações semanais).

- A verificação semestral mostra se as verificações mensais foram realizadas adequadamente.

Desta forma, cada pessoa está a verificar o desempenho da pessoa anterior e mais júnior.

Uma medida do sucesso de um programa de manutenção preventiva é a *disponibilidade*, que é a percentagem do tempo em que um veículo está pronto para o serviço (mesmo se estiver em espera e não estiver a ser usado de facto). Também pode ser considerada como significando o número de veículos (talvez de um tipo particular) que estão prontos para o serviço em qualquer dia específico, dividido pelo número total de veículos na frota actual. Ao traçar um gráfico, cada mês, da disponibilidade, um gestor pode ter rapidamente uma indicação das condições dos veículos e se o programa de manutenção está a melhorar ou a enfraquecer. Os níveis de disponibilidade podem ser usados para mostrar o número de veículos de reserva necessários (para cada tipo de veículo) e que tipos de veículos são mais fiáveis.

O Anexo A2 estabelece um programa típico de manutenção preventiva para uma oficina municipal com uma grande frota de camiões. Cada uma das funções é uma parte essencial do programa, mesmo para uma pequena frota de veículos. Onde não há muitos veículos, algumas funções e folhas de dados podem ser combinadas devido ao menor número de funcionários.

Resumo

- Uma operação e manutenção eficiente depende de uma recolha de dados abrangente e exige uma boa planificação.
- Há muitos programas de computador para o planeamento de rotas de veículos, mas, neste domínio, o valor do bom senso e do conhecimento local não deve ser subestimado.
- Ferramentas de comunicação modernas podem permitir que os serviços sejam mais fiáveis e eficientes.
- A manutenção preventiva permite a descoberta precoce de problemas mecânicos para que se possa poupar despesas, minimizar tempos de imobilização e planear o trabalho de manutenção.
- A manutenção preventiva é frequentemente associada a uma mudança de cultura na gestão de veículos.

10.1 INTRODUÇÃO

Para que um sistema seja totalmente sustentável, é essencial que todos os custos financeiros de longo prazo, bem como os custos operacionais de curto prazo, sejam considerados e que existam procedimentos para se obterem fundos regulares para os cobrir. Caso contrário, pode ser estabelecido um sistema de recolha que funcionará bem por um curto período, entrando depois em colapso quando os fundos de funcionamento (para mão-de-obra, combustível e manutenção) acabarem e o equipamento se tornar obsoleto. As autoridades locais costumam ter orçamentos anuais. Para os preparar, é essencial uma previsão precisa dos custos a fim de se poder estabelecer um financiamento adequado para que os fundos não se esgotem até ao final de cada período orçamental.

Se os resíduos recolhidos são simplesmente despejados numa lixeira a céu aberto, os custos da eliminação de resíduos são muito pequenos em comparação com a recolha. Se os resíduos sólidos tiverem a sua deposição final de maneira ambientalmente aceitável num aterro sanitário, os custos operacionais tornar-se-ão muito maiores, exigindo um aumento considerável no orçamento de gestão de resíduos sólidos. Um novo aterro sanitário mais distante da cidade do que a lixeira que ele substitui também fará aumentarem os custos de transporte, e é importante que os efeitos das distâncias e tempos de viagem nos custos de recolha sejam conhecidos e considerados ao se tomar qualquer decisão relativa à localização de um aterro. Os custos de deposição final são apenas brevemente abordados nesta publicação.

É essencial haver planificação para que um sistema seja sustentável. Os planos devem ter em conta o crescimento populacional, aumentos nas quantidades de resíduos per capita e a expansão de áreas de onde devem ser recolhidos. As taxas de crescimento populacional nos países em desenvolvimento são geralmente altas, não sendo pouco comuns taxas que chegam aos 10% ao ano. Em muitas cidades, os serviços de recolha de resíduos são fornecidos apenas nas áreas comerciais e residenciais de média e alta renda, sem que haja serviços para as áreas não planeadas ou periurbanas de baixa renda. À medida que os níveis de vida vão aumentando com o fortalecimento da economia, e que os hábitos de consumo vão mudando, aumenta a quantidade de resíduos gerada por cada cidadão.

As mudanças previstas nas medidas de tratamento e deposição final também têm de ser planificadas. Em muitos

casos, a vida das instalações de deposição final existentes é limitada porque a melhoria das normas exige melhores aterros sanitários, porque a expansão urbana requer que os locais se encontrem mais distantes do centro urbano ou porque o espaço disponível num aterro vai ser ocupado num futuro próximo. Novos locais significam novas rotas e, geralmente, tempos de viagem mais longos ao transportar os resíduos para o novo destino. Os planos podem, portanto, incluir novos tipos de armazenamento, sistemas de recolha e transporte e equipamento adicional.

Infelizmente, em muitos sistemas municipais existem barreiras a uma planificação eficaz. Os obstáculos mais comuns à planificação são:

- **Curtos horizontes temporais no governo local** – Os políticos locais muitas vezes concentram-se em obter a aprovação popular na esperança de vencer a eleição seguinte, e, por isso, têm pouco interesse em qualquer coisa que tenha impacto a longo prazo. Os planos de gestão de resíduos sólidos devem ter um horizonte de pelo menos dez anos, enquanto a eleição seguinte pode estar a menos de quatro anos de distância.
- **A falta de controlo dos custos de capital** – Em muitos países, os funcionários municipais têm pouco controlo sobre as despesas de investimento. O momento da provisão e a selecção de novo equipamento de recolha de resíduos são frequentemente determinados pelas autoridades regionais ou nacionais, com pouca consulta. A separação das despesas de funcionamento das despesas de investimento (por exemplo, as despesas de investimento são decididas a nível nacional e as despesas correntes a nível local) significa que as administrações municipais não podem adquirir novo equipamento para minimizar os custos totais, mas podem ser forçadas a utilizar equipamento antigo, não fiável e ineficiente, o que acarreta um custo operacional muito maior ou restringe as oportunidades de arrecadação de receitas, pois apenas uma pequena parte da área urbana pode receber um serviço de recolha de resíduos. O governo local é frequentemente incapaz de obter empréstimos. O sector privado tem vantagens distintas nesta área, como será discutido no ponto II.2.
- **Falta de tempo, treinamento e incentivo** – A planificação é estranha à cultura de muitas administrações municipais. Os altos funcionários são frequentemente responsáveis por uma ampla gama de actividades, e tanto

por questões triviais como por importantes. Estando totalmente ocupados com detalhes e crises, não têm tempo para desenvolver novas abordagens nem para planificação. Além disso, podem ter tido pouca formação em gestão de resíduos sólidos e, portanto, não confiam na previsão de necessidades e no cálculo de custos unitários. Os próprios líderes municipais podem ter pouca consciência de planificação e, portanto, não a incentivam. Embora a gestão de resíduos sólidos seja principalmente uma função de engenharia mecânica, é comum encontrar-se sob a responsabilidade de um médico ou um engenheiro civil.

Os custos de operação de qualquer sistema sustentável de recolha de resíduos devem incluir todos os custos listados no ponto que se segue.

10.2 CUSTOS OPERACIONAIS DA RECOLHA DE RESÍDUOS

Os custos com a recolha de resíduos incluem gastos com mão-de-obra, combustível e manutenção, os quais devem ser incluídos em qualquer orçamento anual. Os fundos devem ser disponibilizados semanalmente ao *gestor de limpeza* sem que ele tenha que consultar de cada vez o chefe do município ou o controlador financeiro. Se esses fundos não estiverem continuamente disponíveis sem atrasos, é impossível executar-se um serviço de recolha regular, e qualquer sistema que tenha sido estabelecido deixará rapidamente de funcionar. Os custos operacionais de tratamento e deposição final podem ser muito significativos, mas não foram aqui incluídos.

10.2.1 Custos de mão-de-obra

Os custos de mão-de-obra incluem o custo dos motoristas ou operadores de veículos, cantoneiros de recolha, cantoneiros de limpeza e todos os encarregados e supervisores directamente empregues para o serviço de recolha. Também inclui todos os custos directamente atribuíveis ao custo de emprego de mão-de-obra, incluindo alojamento, alimentação ou outros subsídios, pagamento de férias, impostos ou outros pelos quais o empregador é responsável, seguro de saúde, auxílio-doença e roupas de protecção.

10.2.2 Custos de energia

O principal item nesta categoria é o combustível (gasolina ou diesel) consumido pelos veículos de recolha e veículos utilizados pelos supervisores, gestores e outros em conexão com a gestão de resíduos sólidos. Podem também existir veículos sobressalentes, que estejam parqueados ou que sejam utilizados apenas a tempo parcial e que também devem ser tidos em

conta. Em alguns casos, pode haver máquinas de varredura de ruas e geradores de electricidade. O consumo médio de combustível por hora para qualquer veículo durante o seu funcionamento deve ser multiplicado pelo número médio de horas trabalhadas por dia. Os veículos movidos a diesel são mais económicos e geralmente duram mais do que os movidos a gasolina. O pagamento pela electricidade também deve ser incluído.

10.2.3 Custos de manutenção

Os custos de manutenção incluem os custos da mão-de-obra para manutenção e reparação de veículos e equipamento e o custo das peças e materiais usados, incluindo óleos, fluidos hidráulicos, lubrificantes e peças sobressalentes de rotina e emergência. Durante os primeiros anos de vida de um veículo, os custos de manutenção devem ser bem pequenos e incluir apenas elementos de manutenção regulares, como óleos, lubrificantes e filtros. Custos mais elevados são incorridos quando pneus e outras peças de desgaste, como travões, embraiagens e componentes do sistema de direcção precisam de ser substituídos. Mais tarde vem o eventual grande recondicionamento de motores, transmissões, etc. Em qualquer estágio podem ocorrer avarias ou acidentes, exigindo peças caras que não estejam nos armazéns e que, por isso, devam ser adquiridas com o mínimo de atraso.

Se não houver experiência anterior de gastos com manutenção, pode-se presumir que, para uso normal, o custo anual de manutenção de um veículo ou equipamento é de cerca de 5% do custo inicial. No entanto, quando os veículos são operados em dois ou mais turnos por dia, essa percentagem deve ser aumentada para, talvez, 8%. À medida que os veículos e equipamentos forem envelhecendo, esses custos aumentarão.

É essencial para qualquer sistema sustentável que existam procedimentos para transportar *stocks* de peças e materiais de serviço de rotina e para a aquisição rápida de peças imprevisíveis sem os atrasos normalmente causados pelos controlos financeiros das autoridades locais. Atrasos no processo de aquisição causam imobilizações excessivas do veículo, resultando num serviço não fiável e na necessidade de despesas extras de capital para comprar veículos auxiliares adicionais e outro equipamento.

O Anexo A2 inclui procedimentos para o armazenamento de peças de manutenção de rotina e a aquisição de peças de emergência. Não é incomum encontrarem-se situações em que, devido à falta de peças sobressalentes, uma grande parte da frota de veículos de uma cidade esteja fora-de-serviço à espera de peças, o que resulta em falha do serviço de recolha e condições insalubres na cidade. As autoridades não vêem então outra alternativa senão contratar serviços e camiões caros para resolver o problema.

10.3 CUSTOS FINANCEIROS

Custos financeiros são os custos associados à posse de activos (como veículos, por exemplo), mas não à sua operação. Incluem a *depreciação* dos veículos, equipamento e activos fixos (tratados no ponto 10.3.1 adiante) e os *juros* ou *custos de oportunidade* do capital utilizado (tratados no ponto 10.3.2).

Os sistemas de aquisição de veículos e outros activos diferem de país para país, consoante os regulamentos e procedimentos financeiros. Por vezes, a compra de veículos não é da responsabilidade do governo local, mas do governo regional ou nacional. No início, esta situação parece atraente, aliviando o governo local desses custos, mas também significa que o governo local não pode determinar o tipo de veículo a ser comprado nem o momento dessas aquisições, ficando assim a administração local com pouco controlo sobre o desenvolvimento do serviço de recolha de resíduos. Pode haver restrições na capacidade do governo local de obter empréstimos comerciais. Se a compra de bens de equipamento for da responsabilidade do governo local, o presidente do município e o auditor financeiro devem ter isso em conta ao preparar os orçamentos anuais; caso contrário, o sistema será insustentável a longo prazo e ficará paralisado quando o equipamento chegar ao fim da sua vida económica, porque não haverá dinheiro para comprar substitutos.

10.3.1 Depreciação

Cada bem patrimonial (como um veículo) tem uma vida económica, após a qual é mais económico (considerando os custos operacionais e financeiros) substituí-lo por um novo. À medida que os veículos e equipamentos envelhecem, vai chegando o momento em que a eficiência operacional diminuirá e os custos de manutenção aumentarão a ponto de ser mais económico substituir o equipamento do que continuar a repará-lo. Naturalmente, talvez seja possível manter o equipamento a funcionar muito além do fim da sua vida económica; no entanto, aumentar os custos de manutenção com o aumento do tempo de imobilização, maior consumo de combustível e eficiência operacional reduzida significa que não é económico ou sustentável a longo prazo. A depreciação é uma forma de converter custos de capital (feitos em intervalos de mais de um ano) em custos anuais e pode ser calculada dividindo-se o custo de capital de um activo pela sua vida económica.

No final desta vida económica, o activo tem um valor residual - o preço que poderia ser obtido com a venda. No entanto, constata-se frequentemente que os municípios não estão autorizados a vender veículos e equipamentos obsoletos, ou que o processo de obtenção de autorização para os vender é tão longo e complicado que as administrações locais

nem sequer os tentam vender. Em alguns casos, um veículo que tenha sido fornecido como concessão do governo central permanece propriedade do governo central, mesmo após o fim da sua vida económica, e assim o governo local não está autorizado a vendê-lo quando deixar de ser utilizável ou necessário. O resultado é que as oficinas de manutenção ficam cheias de equipamento obsoleto e avariado, ocupando o espaço necessário para manutenção e estacionamento do equipamento que está a funcionar.

Existem diferenças de opinião sobre como tratar a depreciação. Alguns contabilistas calculam essa perda de valor como uma percentagem do valor depreciado do activo para o ano em questão, de modo que a perda de valor do activo diminui a cada ano e o seu valor residual continua a diminuir indefinidamente. No entanto, esta abordagem não é realista quando os veículos são fornecidos pelo governo central. Nesse caso, um veículo que tenha ultrapassado a sua vida económica tem um valor residual zero para o município, porque não é possível para a administração local livrar-se de maquinaria indesejada, uma vez que ainda tem um valor teórico e é propriedade do governo nacional.

Portanto, é mais prático assumir-se uma *depreciação linear*. Isso significa que a taxa de depreciação anual é igual ao valor inicial do activo dividido pela vida económica estimada e, portanto, é a mesma em cada ano. No final da sua vida económica, o activo terá um valor contabilístico nulo e a autoridade local deve ter o direito de se desfazer do veículo, canibalizá-lo para peças sobressalentes ou vendê-lo e utilizar os fundos obtidos para melhorar a frota restante.

Essa depreciação linear pode ser ilustrada por um exemplo simples. Um veículo que custe 100.000 USD com uma vida útil de sete anos tem uma depreciação anual de $100.000 \div 7 = 14.285$ USD, e um valor residual contabilístico como mostra a Tabela 10.1.

Um veículo velho sempre retém algum valor residual prático, mesmo como sucata. No entanto, veículos velhos e sucata que não possam ser vendidos e ocupem espaço valioso numa oficina ou depósito são um passivo, e não um activo.

Pode haver regulamentações governamentais determinando os períodos de depreciação a serem usados para diferentes tipos de activos. A vida económica real de um activo pode ser diferente do período de depreciação - mais longo se for bem mantido e mais curto se for usado intensivamente e não beneficiar de um bom programa de manutenção. No entanto, para fins de cálculo da depreciação, são utilizados períodos definidos. Se não houver regulamentação governamental que defina esses períodos, podem ser usados os valores que constam da Tabela 10.2.

A depreciação não inclui custos correntes operacionais ou reais. É uma maneira simples de incluir os custos de capital

Tabela 10.1 Exemplo de depreciação linear num período de 7 anos

Período	No momento da compra	No fim do ano...						
		1	2	3	4	5	6	7
Valor residual (USD)	100.000	85.715	71.430	57.145	42.860	28.575	14.285	0

Tabela 10.2 Esperança de vida depreciada para diferentes itens

Tipo de bem	Vida económica típica (anos)
Activos fixos como, por exemplo, edifícios	20
Camiões e outros veículos motorizados	7
Tractores, buldózers, pás carregadoras, etc	10
Ferramentas manuais, contentores, carroças, carrinhos de mão, etc	4
Grandes contentores feitos de aço macio ou normal	4
Grandes contentores feitos de aço especial CorTen*	8
Animais como burros e cavalos	5

* Nota: O aço CorTen é mais caro que o aço macio, mas é mais resistente à corrosão (Caixa 5.1). O investimento inicial extra em aço resistente à corrosão resultará em significativas poupanças de custos a longo prazo.

nos custos unitários (como, por exemplo, o custo de recolher uma tonelada de resíduos). Este conceito de depreciação não tem em conta a inflação (o aumento esperado no preço do activo durante a vida económica do activo circulante), e não inclui os juros que seriam pagos se o activo fosse financiado por um empréstimo comercial de um banco.

A melhor maneira de usar este conceito de depreciação é considerá-lo como uma despesa anual e pagar essa quantia (se possível corrigida pela inflação) numa conta. No final do período de depreciação do activo (um veículo, neste caso), o valor em dinheiro na conta (mais os juros ganhos), quando adicionado à receita (se houver) da venda do veículo antigo, forneceria o suficiente para comprar um novo veículo do mesmo tipo. Desta forma, o serviço pode continuar com o novo veículo. Infelizmente, não é comum que as administrações do governo local acumulem *fundos de amortização*⁴⁰ desta forma. Mesmo que possa ser criado um fundo de amortização, é provável que o dinheiro seja pouco depois retirado para ajudar a resolver um problema de crise (muitas vezes noutra sector), com a promessa (que não é cumprida) de que a quantia retirada irá ser reposta na conta em data posterior. As empresas prestadoras de serviços públicos (ponto II.I.4), que têm gestão e contas independentes, podem, por vezes, conseguir acumular fundos de amortização para poderem substituir equipamentos obsoletos. Os operadores do sector privado geralmente contraem empréstimos para compras de investimento e, portanto, os contratos devem ter uma duração semelhante à vida económica dos principais itens de equipamento para que os empréstimos possam ser pagos a uma taxa anual razoável.

40. Um fundo de amortização é o dinheiro periodicamente reservado para o pagamento de um determinado passivo (neste caso, a compra de novos camiões) numa data determinada (o fim da vida económica dos camiões).

10.3.2 Juros sobre o capital e custo de oportunidade

Há diferentes formas de uma autoridade local poder obter os veículos e outro equipamento necessário para os seus serviços de gestão de resíduos sólidos.

- O equipamento pode ser fornecido pelo governo regional ou central como subvenção. Neste caso, a autoridade local não tem que pagar juros sobre a soma do dinheiro envolvido. No entanto, a menos que exista um sistema formal e fiável para substituir o equipamento quando ele chegar ao fim da sua vida económica, a autoridade local deve fazer as suas próprias provisões criando um fundo de amortização *circunscrito*⁴¹ para financiar compras futuras quando o equipamento se tornar obsoleto ou quando for necessário equipamento adicional para expandir o serviço.
- O equipamento pode ser alugado. Nesse caso, os encargos de aluguer cobrem as despesas de depreciação e juros.
- A autoridade local pode ter que pedir empréstimos para comprar o equipamento. Se o empréstimo for numa base comercial, devem ser pagos juros sobre o dinheiro emprestado. Nesse caso, as taxas de juro do empréstimo bancário devem ser adicionadas à depreciação no cálculo do custo financeiro.
- A autoridade local ou outro prestador de serviços pode ter fundos disponíveis para comprar o equipamento com as suas próprias reservas. Nesse caso, o *custo de oportunidade* desse dinheiro deve ser tomado em consideração se for para abranger o custo financeiro real.

41. Se um fundo é circunscrito, significa que só pode ser usado para uma finalidade específica e é protegido para que funcionários não autorizados ou outros departamentos não lhe tenham acesso.

O custo de oportunidade⁴² é o juro que esse dinheiro poderia ter rendido se estivesse depositado num banco ou investido em acções seguras de alto rendimento.

Qualquer que seja o método de financiamento usado, o custo ou valor do capital utilizado deve ser incluído para se obter uma estimativa fiável dos custos totais.

As taxas de juros e os custos de oportunidade variam muito entre os diferentes países e, em geral, são mais altos em países onde há altas taxas de inflação.

Apresenta-se no Anexo A3.9.5 uma fórmula para combinar juros e reembolso.

Quando todos os custos operacionais e financeiros são levados em conta, é possível calcularem-se os custos totais de um serviço de recolha. (No Anexo A3 consta um exemplo de cálculos comparativos dos custos unitários totais).

Uma abordagem alternativa para combinar custos de capital com custos correntes (anuais) - para se poderem comparar sistemas e projectos diferentes - é calcular o valor actual líquido, que é o valor em dinheiro necessário no início do projecto para cobrir todos os custos do projecto em toda a sua duração. Essa abordagem pressupõe que o dinheiro a ser usado em anos posteriores seja investido para gerar juros.

Em seguida, podem ser configurados sistemas de recuperação de custos para pagar esses custos e, dessa forma, tornar o serviço sustentável.

10.4 RECUPERAÇÃO DE CUSTOS

10.4.1 Introdução

Em muitos países em desenvolvimento, espera-se que as autoridades locais prestem serviços sem uma base adequada de financiamento a longo prazo e, muitas vezes, com fundos insuficientes para atender aos custos operacionais do dia-a-dia. Portanto, é essencial que haja um entendimento pleno dos custos operacionais reais (necessários para fornecer um serviço de limpeza satisfatório) e dos custos financeiros reais de longo prazo, para que os planificadores financeiros possam orçar com precisão.

É necessário que o tesoureiro municipal tenha um conhecimento preciso dos custos operacionais e financeiros (conforme acima descritos) para que planos financeiros de longo prazo possam ser desenvolvidos considerando todos os

42. O custo de oportunidade também pode ser considerado como sendo o rendimento que poderia ser obtido se o capital tivesse sido usado para outro projecto ou de outra forma. Se o dinheiro é usado para comprar veículos, não é possível obter-se benefício por outra via. O custo de oportunidade é o rendimento potencial que tiver sido perdido com o investimento em veículos, e é expresso como uma percentagem do capital, tal como uma taxa de juro.

custos do serviço de gestão de resíduos. Um sistema de financiamento deve ser posto em prática e operado de forma eficaz para garantir a sustentabilidade do serviço a longo prazo.

Existe uma tendência de os cidadãos esperarem que as autoridades locais prestem um serviço de gestão de resíduos com pouco ou nenhum custo para moradores e empresas, por mais irrealista que isso possa ser. Em muitos países no século XX não foi cobrada nenhuma taxa especial pela gestão de resíduos. Cada vez mais se vê que os mecanismos do passado são incapazes de lidar com os desafios actuais, particularmente com o rápido crescimento das áreas urbanas e a necessidade de padrões mais exigentes. Há sinais de mudança de atitude. Muitas pesquisas relativas à vontade de pagar mostraram que pessoas de todos os níveis de rendimento, mesmo dos grupos de mais baixa renda, compreendem a necessidade de um ambiente limpo e estão preparadas para pagar por um bom serviço de recolha de resíduos.

No entanto, também tem sido frequentemente constatado que há falta de confiança por parte dos moradores e da comunidade empresarial na capacidade das autoridades locais de usar a receita de taxas para fornecer um serviço satisfatório. Essa falta de confiança é evidente na relutância em pagar novas taxas de recolha de resíduos antes de estar a funcionar um serviço fiável e adequado. Portanto, é aconselhável que esteja a ser prestado um serviço melhorado antes de serem introduzidas taxas de serviço aumentadas.

Existe o princípio geral de que um produtor de resíduos deve pagar pela recolha e remoção dos seus resíduos, e os pagamentos devem ser proporcionais à quantidade de resíduos gerados. Embora isto possa ser amplamente aceite como lógico e ideal, na prática, pode levar ao despejo ilegal de resíduos (para evitar as taxas) na ausência de um sistema efectivo de execução e de apoio maioritário a esse princípio entre os cidadãos. O pagamento de acordo com a quantidade pode ser viável para grandes geradores de resíduos (como grandes indústrias e hotéis), mas é muito difícil de operar de maneira prática e fiável em relação a fontes que produzem menores quantidades. (A melhor opção são os sacos pré-pagos [Caixa 5.2], mas mesmo esse sistema simples tem desvantagens). Um compromisso é cobrar-se uma taxa mais elevada para residentes em áreas mais abastadas, onde se presume que sejam gerados mais resíduos e que haja maior capacidade de pagar. Por vezes, as taxas de gestão de resíduos sólidos estão vinculadas ao consumo de água ou electricidade.

10.4.2 Sistemas de recuperação de custos

É mais difícil cobrar taxas directamente aos moradores pela gestão de resíduos sólidos do que cobrar o pagamento de água ou electricidade. Essa situação explica-se principalmente pelo facto de a gestão de resíduos sólidos ser um bem

público que beneficia outras pessoas, tanto quanto a pessoa que paga a taxa. Pelo contrário, a água e a electricidade são bens privados que constituem claros benefícios pessoais e pelos quais pagamos de acordo com o nosso uso.

Há várias maneiras pelas quais a autoridade local pode recuperar os custos de qualquer serviço de recolha de resíduos, entre as quais:

a) Subsídios do governo – Em alguns países, o governo central fornece toda ou parte da receita das autoridades locais. Se houver uma alocação específica para a gestão de resíduos, é importante serem realizados adequados estudos de custos para que a agência de financiamento esteja ciente dos custos reais da gestão de resíduos sólidos e que sejam adequadamente orçados, incluindo alocações regulares de capital para substituir equipamento antigo. (Infelizmente, a maioria das administrações municipais não conhece os custos totais dos seus serviços de gestão de resíduos sólidos, em parte devido à maneira como os seus sistemas de contabilidade e orçamento são configurados.) Sem um orçamento de capital regular, há tendência de o sistema reverter para uma modalidade de gestão de crises, sem substituições regulares de veículos, sendo o capital fornecido apenas quando a dimensão da deterioração do sistema já se tiver tornado inaceitável. Em outros casos, as administrações locais podem receber subvenções do governo central e ser relativamente livres de usar o dinheiro como desejarem; é, portanto, responsabilidade da própria administração local reservar capital suficiente e fundos correntes para a gestão de resíduos sólidos.

b) Taxas sobre a recolha de resíduos – Pode ser cobrada uma taxa mensal em cada habitação e empresa de acordo com a situação económica da habitação e a dimensão do negócio. Os custos de cobrança dessas taxas podem, no entanto, absorver uma quantidade significativa dos fundos arrecadados e os custos legais envolvidos na execução dessa cobrança podem ser altos. Uma situação em que 90% da quantia facturada é realmente cobrada é considerada um grande sucesso; normalmente, os índices de cobrança de taxas são consideravelmente mais baixos. Talvez seja possível garantir que lojas e escritórios paguem as suas taxas recusando renovar as suas licenças ou conceder-lhes autorizações, a menos que as taxas sejam pagas.

Caso esteja envolvido um operador do sector privado, as taxas podem ser cobradas seja pelo governo local seja pelo operador privado. Se houver um baixo nível de confiança na administração local, os cidadãos podem preferir pagar a taxa de recolha de resíduos directamente ao operador privado, esperando que esse dinheiro seja totalmente usado para o propósito especificado. Em alguns casos, a

administração local pode preferir que o operador privado assuma a responsabilidade por essa tarefa, devido ao muito trabalho envolvido e aos riscos de não pagamento. O governo local deve apoiar o operador privado na cobrança de taxas de recolha de resíduos, apresentando oficialmente esse operador aos cidadãos e tomando medidas para fazer cumprir o pagamento.

c) Taxa sobre a recolha de resíduos adicionada a um serviço existente – Pode ser adicionada uma taxa de recolha de resíduos às facturas de um serviço existente, normalmente de electricidade ou água, que são medidas e facturadas mensalmente. Isso envolve um relacionamento de trabalho próximo com o serviço público específico. Normalmente, paga-se à entidade de cobrança uma comissão de cerca de 5% da receita arrecadada.

O fornecimento de electricidade é um serviço adequado para a cobrança dessa taxa. A entidade responsável por cobrar pagamentos pelo consumo de electricidade provavelmente terá uma lista regularmente actualizada de todos as casas e empresas. Em geral, os domicílios e estabelecimentos comerciais mais abastados usam mais electricidade do que os de baixa renda, de modo que haverá subsídios cruzados dos residentes de alta renda para os grupos de baixa renda, se a taxa de gestão de resíduos estiver de alguma forma vinculada ao valor cobrado pelo consumo de electricidade. Nesse caso, existe também uma ligação entre as quantidades de resíduos e o nível da taxa, uma vez que os agregados familiares maiores e mais abastados que usam mais electricidade também podem gerar mais resíduos. As áreas mais carenciadas podem nem mesmo ter ligações oficiais e, portanto, não pagam nada pela recolha de resíduos (apesar de isso poder ser usado como razão para não fornecer nenhum serviço de recolha). Teoricamente, o abastecimento de água ou electricidade pode ser cortado devido a recusa em pagar as taxas de recolha de lixo, mas na prática isso não é politicamente possível.

d) Cobranças da taxa sobre a recolha de resíduos apenas a empresas – As taxas de recolha de resíduos podem estar vinculadas à emissão de licenças de empresas e cobradas apenas aos que requerem licenças para realizar os seus negócios. Embora desta forma se coloque todo o fardo pelo serviço de recolha de resíduos sobre a comunidade empresarial, é basicamente um método bastante justo, porque todos os moradores compram os seus bens e serviços à comunidade empresarial. Lojas e serviços aumentarão os seus preços para compensar o pagamento da taxa. Com este sistema, o pagamento feito por qualquer morador relativo aos custos da recolha de resíduos será proporcional aos seus gastos, de modo que, dessa forma,

também os mais abastados estarão subsidiando de forma cruzada as áreas de baixa renda. Comerciantes informais de rua nas áreas de baixa renda compram os seus bens à comunidade empresarial formal, por isso, qualquer aumento de custo devido ao aumento nas licenças de negócios irá recair gradualmente sobre toda a população. No entanto, este sistema pode incentivar alguns comerciantes e provedores de serviços a operarem informalmente, sem licenças.

e) Taxas locais sobre mercadorias – O sistema de tributação *octroi* na Índia, em que o governo local impõe uma taxa sobre todos os itens que entram no seu território, tem sido, há décadas, uma fonte de receita para as cidades. Noutro local, uma grande cidade introduziu taxas locais sobre uma ampla gama de mercadorias para cobrir os custos do seu serviço de recolha de resíduos.

f) Contratação directa com os domicílios – Onde há uma demanda insatisfeita de um serviço de recolha de resíduos sólidos, os operadores privados geralmente estabelecem contratos directamente com os geradores de resíduos, sejam eles domicílios ou empresas, para fornecer um serviço de recolha (ver ponto 11.2.1). Se o gerador de resíduos não pagar, o serviço deixa de ser fornecido. Por vezes são fornecidos sacos plásticos especiais para indicar quem pagou pelo serviço (Caixa 5.2). Os domicílios que decidem não pagar por este serviço provavelmente irão despejar os seus resíduos ilegalmente a uma curta distância das suas casas. Alguns moradores em bairros com contentores comunitários podem contratar indivíduos para levarem os seus resíduos para esses contentores, em vez de os carregarem eles próprios, e dessa forma podem escolher, pagando mais por um serviço mais conveniente.

g) Multas por lixo no chão – Podem aplicar-se multas substanciais por *despejo ilegal*⁴³ e lixo no chão, de execução rigorosa, para complementar as receitas de gestão de resíduos.

10.5 GESTÃO DE FUNDOS

A razão para cobrar taxas separadas pela gestão de resíduos sólidos é garantir uma fonte regular de receita e ter algum controlo sobre a dimensão do orçamento. Esses benefícios são perdidos se a receita da taxa for paga numa conta municipal ou nacional geral ou se o gestor de limpeza não tiver controlo sobre o nível das taxas e não puder aumentá-las

43. *Despejo ilegal é a deposição ilegal de quantidades significativas de resíduos, frequentemente em áreas urbanas. É geralmente feito para economizar dinheiro, evitando levar os resíduos para o local de deposição final oficial. É diferente do descarte de lixo no chão, pois envolve maiores quantidades de resíduos e geralmente é planeado com antecedência.*

quando for necessária mais receita. Infelizmente, essas duas situações indesejáveis são relativamente comuns. Quando a renda das taxas é paga num fundo municipal geral, a sua distribuição depende do presidente do município, e se o valor da taxa é decidido por políticos, eles podem defini-la de modo a evitar qualquer oposição, e não de acordo com o que é necessário para sustentar o serviço.

O orçamento operacional deve ser adequado para pagar todos os custos de mão-de-obra e energia, bem como:

- boa manutenção dos veículos e outro equipamento de acordo com um programa de revisão e manutenção preventiva programada. Deve ser mantido em todos os momentos um *stock* de todas as peças sobressalentes essenciais (incluindo filtros, pneus, embraiagens, travões, componentes do sistema de direcção e componentes eléctricas);
- Um serviço de reparações rápido quando os veículos avariaram e quando são necessárias grandes reparações para minimizar o tempo de imobilização;
- fundos para cobrir a compra imediata de peças para grandes reparações ocasionais após acidentes ou avarias imprevistas, e para grandes revisões de motores e outros grandes componentes.

Os fundos para todos os itens acima devem estar imediatamente disponíveis para o gestor de limpeza ou chefe da oficina. Este chefe deve ter autoridade para compras imediatas até um limite adequado sem necessidade de procurar várias propostas para cada item e obter a aprovação do controlador financeiro. A espera por licitações e a aprovação de compras urgentes podem causar sérios atrasos se o controlador financeiro estiver a sofrer pressões de diferentes departamentos. (Em muitas situações, os atrasos e custos sérios são causados pelos próprios sistemas que se praticam para manter os custos sob controlo.) O Anexo A2, dedicado à manutenção preventiva, inclui um procedimento para estimar os custos fora-de-serviço, para mostrar os efeitos de atrasos administrativos e outras insuficiências relacionadas com a manutenção.

Para que qualquer sistema de recolha seja sustentável, é essencial que as receitas disponíveis para o serviço de gestão de resíduos sólidos sejam equivalentes aos custos operacionais e financeiros atrás definidos. As pressões financeiras por que passam quase todas as autoridades locais estimulam a tendência de se concentrar nos custos operacionais de curto prazo e ignorar os custos de depreciação financeira de longo prazo. Essa tendência resultará inevitavelmente em crise poucos anos depois, à medida que o equipamento envelhece e requer substituição.

Para a sustentabilidade a longo prazo, é essencial que haja

uma substituição gradual de equipamentos. Qualquer autoridade local que leve a sério a existência de um sistema municipal de recolha de resíduos fiável deve ter uma compreensão global dos custos financeiros, conforme definidos acima.

10.6 CUSTOS ECONÓMICOS E PREÇOS SOMBRA

As decisões políticas no nível do Governo e as deliberações relativas ao apoio financeiro dos bancos de desenvolvimento e doadores são frequentemente baseadas em considerações sobre os efeitos globais dos investimentos propostos. Um projecto ou programa é seleccionado se puder ser demonstrado que o curso de acção proposto será mais benéfico para a economia nacional do que propostas alternativas para o uso dos fundos disponíveis. Os benefícios da proposta são comparados com os custos, expressos em termos económicos que reflectem os custos e benefícios gerais para a nação como um todo. Quando é difícil quantificar os benefícios (como é frequentemente o caso em projectos de gestão de resíduos sólidos), as decisões podem ser tomadas de acordo com o menor custo económico. Esta breve introdução não basta para explicar como realizar uma análise económica, uma vez que menciona apenas alguns pontos-chave.

O preço sombra é usado na análise económica. Toma em conta factores que ajustam a importância relativa dos custos financeiros reais para mostrar o custo líquido para a economia do país.

- a) Custo sombra da mão-de-obra** – O custo sombra do trabalho engloba qualquer benefício social de empregar mão-de-obra, deduzindo do salário real o custo para o estado de sustentar essa pessoa e sua família se ela não estivesse empregada. Também deduz quaisquer impostos que essa pessoa pagará, porque esse dinheiro volta para o estado e, portanto, não é um custo líquido para a economia nacional. O custo sombra do trabalho é, portanto, menor do que o salário real pago.
- b) Custo sombra do combustível** – Em muitos países existe um imposto especial sobre o consumo de combus-

tível, de modo que o custo líquido do combustível para a economia nacional é menor do que o valor pago pela autoridade local ou por um prestador de serviços do sector privado. Em alguns países, o combustível é subsidiado e, nesse caso, o custo real para a autoridade local é menor do que o custo real para a economia. Se o combustível for importado, a dificuldade de obter divisas para pagar pode aumentar o preço sombra.

- c) Custo sombra de veículos e equipamentos** – Podem ser devidos direitos alfandegários sobre veículos importados e outro equipamento, bem como impostos sobre o valor acrescentado quando são comprados pelo município ou por um empreendedor local. Esses impostos retornam ao Tesouro Nacional, resultando um preço sombra menor que o valor pago. Dificuldades na obtenção de divisas podem aumentar o preço sombra. A fabricação local de veículos e equipamento resulta num menor preço sombra por causa do emprego gerado e dos impostos pagos. O preço sombra, na maioria dos casos, favorece o equipamento fabricado localmente, porque o preço sombra é menor que o preço financeiro (ou seja, o preço à vista que é efectivamente pago).
- d) Custo sombra da manutenção** – O custo sombra de manutenção é reduzido por quaisquer taxas ou impostos pagos sobre peças sobressalentes e incorpora o custo sombra da mão-de-obra usada para manter o equipamento.

Pode-se ver nesta breve introdução que o cálculo dos custos sombra é uma questão complexa que requer a assistência de um economista especializado. No entanto, muitos governos têm factores sombra padrão que podem ser usados para fornecer uma aproximação.

As autoridades locais e os provedores de serviços do sector privado devem fazer as suas selecções de equipamento de acordo com a análise financeira, usando os preços reais, porque se preocupam com a minimização de suas despesas reais. Por outro lado, é necessária uma análise económica, usando preços sombra, para se definir a política nacional e se para se obterem empréstimos dos bancos de desenvolvimento.

Resumo

- Planear e criar condições para a substituição gradual de veículos é uma importante função de gestão. Infelizmente muitos gestores municipais não estão autorizados a fazê-lo.
- Deve haver uma ligação clara entre a definição do nível de serviço e o financiamento disponível, para que haja receita suficiente para pagar pelo serviço.
- Como a gestão de resíduos sólidos é um bem público, uma taxa de serviço directa só pode ser efectivamente cobrada se houver um meio de obrigar ou motivar os moradores a pagá-la.
- Os atrasos na disponibilização de dinheiro para necessidades de manutenção podem sair caros.

Uma gestão de resíduos sólidos bem-sucedida requer a integração de muitas organizações e grupos numa parceria. O governo nacional tem geralmente um papel relativamente pequeno, mas uma influência considerável. O governo local é normalmente responsável pela gestão de resíduos sólidos, mesmo que tenham sido contratadas entidades do sector privado para fornecer serviços. Pequenas empresas de base familiar e catadores de materiais do sector informal estão normalmente muito envolvidos no que concerne a resíduos. As ONGs e organizações comunitárias podem ter impactos consideráveis na organização de serviços locais, consciencialização e apoio a indivíduos vulneráveis. Os moradores são frequentemente solicitados a pagar taxas que permitam o serviço de recolha de resíduos. Cada cidadão têm a oportunidade de melhorar ou degradar o bairro cada vez que tem algo em suas mãos que já não deseja possuir. Se todos esses diferentes grupos puderem trabalhar juntos de forma cooperativa, o problema está resolvido, pelo contrário, não tendo todos a mesma preocupação e não havendo parcerias, a tarefa de manter uma cidade limpa e saudável é uma luta constante. Esses aspectos *institucionais* da gestão de resíduos sólidos são frequentemente ignorados na planificação e gestão. O presente capítulo tem como objectivo mostrar que muitas organizações têm um papel importante a desempenhar, e como os factores institucionais influenciam o desenho e a gestão de sistemas de recolha de resíduos sólidos.

11.1 O SECTOR PÚBLICO - O GOVERNO NACIONAL, REGIONAL E LOCAL

Os governos nacional, regional e local desempenham, todos eles, um papel na gestão de resíduos sólidos.

11.1.1 Governo Nacional

Em geral, os governos nacionais desempenham um pequeno papel nos serviços de recolha de resíduos sólidos. O principal impacto é, muitas vezes, resultado de decisões políticas, como, por exemplo, em que medida deve o sector privado ser envolvido. Leis, regulamentos e normas são geralmente estabelecidos a nível nacional, mas frequentemente têm pouco a dizer sobre as operações de recolha, estando geralmente mais preocupados com aspectos financeiros e ambientais. O governo central pode controlar os gastos com a gestão de resíduos sólidos e, em alguns casos, cobrir directamente

os custos de mão-de-obra. Em alguns países, exige-se que os operadores de recolha de resíduos sejam licenciados ou registados. É frequente as agências internacionais de cooperação para o desenvolvimento relacionarem-se com o nível nacional e, nesses casos, os funcionários desse nível podem tomar decisões sobre o equipamento de recolha de resíduos, embora tenham pouco conhecimento sobre as dificuldades do dia-a-dia enfrentadas pelas operações locais de recolha de resíduos. Os institutos de pesquisa estão geralmente ligados ao governo nacional, mas o trabalho de pesquisa tende a concentrar-se na reciclagem e na deposição final em vez da recolha. Às vezes, solicita-se às agências de nível nacional que identifiquem candidatos para formação em programas internacionais de formação e, talvez devido à sua falta de contacto com as organizações responsáveis, parecem ter dificuldade em indicar candidatos adequados.

Em alguns países, não há um ministério designado como responsável pelas operações de gestão de resíduos sólidos, embora geralmente exista uma organização responsável pela monitoria ambiental.

11.1.2 Governo Regional

É difícil generalizar no que respeita ao papel desempenhado pelo governo regional na gestão de resíduos sólidos, uma vez que varia de país para país. O tamanho de um país tem um impacto importante nos papéis atribuídos ao governo regional. As administrações regionais são mais propensas a controlar as finanças do que a serem responsáveis pelas operações do dia-a-dia, e tendem a estar mais envolvidas na deposição final do que na recolha, especialmente onde as instalações de deposição final são usadas por várias cidades. (Em algumas nações, o governo regional é responsável pela execução das operações de deposição final, devido às economias de escala de aterros regionais e às dificuldades enfrentadas pelas cidades em encontrar terrenos para a deposição final dentro dos seus limites territoriais.)

11.1.3 Governo Local

Normalmente, a recolha de resíduos sólidos é da responsabilidade das administrações municipais ou locais. Os serviços específicos de varredura e recolha podem ser operados por funcionários municipais ou entregues ao sector privado, como será em breve discutido. Quando o sector privado é envolvido, o sector público continua a ter papéis muito importantes a desempenhar, e os pontos fracos na adminis-

tração da participação do sector privado - particularmente na preparação dos documentos contratuais e na monitoria de operações - podem ter efeitos muito prejudiciais sobre o sucesso do envolvimento do sector privado. Portanto, é necessária uma capacitação considerável do governo local na preparação do envolvimento do sector privado.

Os governos locais trabalham frequentemente ao abrigo de um quadro legal nacional, e não de um quadro local. Isso faz com que seja um processo difícil e demorado mudar o quadro para corresponder a condições ou preferências locais, como, por exemplo de envolvimento do sector privado, envolvimento da comunidade e introdução ou modificação de penalidades.

A recolha de resíduos sólidos requer a cooperação do público, e as falhas no serviço são claramente visíveis para os cidadãos. Em qualquer situação em que o governo local dependa do apoio dos cidadãos (como, por exemplo, onde houver eleições), a prestação de um bom serviço de recolha de resíduos sólidos é consideravelmente importante para manter o apoio da comunidade.

As responsabilidades orçamentais dos municípios variam, mas é comum que os gastos com a gestão de resíduos sólidos sejam a maior componente de um orçamento municipal. Os serviços de varredura e recolha geralmente absorvem a maior percentagem das despesas gerais com a gestão de resíduos sólidos, enquanto a deposição final correspondem menores custos operacionais. Apesar desse alto perfil financeiro, a gestão de serviços de recolha de resíduos sólidos é muitas vezes deixada para pessoas com pouca formação na matéria e com muitas outras responsabilidades, e as decisões sobre a aquisição de equipamento são tomadas por funcionários que pouco entendem dos factores que devem ser levados em consideração. As consequências desse vazio em especialização geralmente são serviços deficientes e custos elevados.

11.1.4 Empresas prestadoras de serviços públicos

As administrações estatais têm frequentemente de trabalhar com restrições que constituem obstáculos à sua capacidade de planejar e operar eficientemente. Como será explicado em 11.2, muitas dessas restrições não se aplicam ao sector privado. É possível criar-se uma unidade no sector público que tenha muitas das vantagens do sector privado. Essas unidades designam-se empresas prestadoras de serviços públicos. São empresas na medida em que operam de maneira semelhante às organizações comerciais (o sector privado) e são de utilidade pública porque o seu objectivo é fornecer um serviço específico (neste caso, gestão de resíduos sólidos). Os trabalhadores das empresas prestadoras de serviços públicos são funcionários públicos, e qualquer lucro é canalizado para reservas ou fundos públicos, em vez de se destinar a um

indivíduo ou a accionistas. As suas contas devem ser separadas ou circunscritas, cobrindo todas as despesas e receitas relacionadas com o trabalho, e inacessíveis a funcionários estatais que não sejam da empresa. As empresas prestadoras de serviços públicos são geralmente responsáveis por aumentar as suas receitas próprias, embora frequentemente não possam estabelecer tarifas sem o acordo das autoridades municipais ou regionais. Podem fornecer um serviço a uma cidade ou a um grupo de vilas e cidades. Os seus conselhos de administração são geralmente compostos por administradores municipais seniores; o conselho instrui um director executivo que é responsável pela gestão corrente.

Não se pode esperar que as empresas prestadoras de serviços públicos sejam eficazes a menos que tenham um alto grau de independência. Essa independência deve ser respeitada por políticos e administradores locais seniores, que não devem forçar a empresa a empregar pessoal que não queira, nem devem tirar fundos da empresa (sobretudo das suas reservas para veículos de substituição) para outros fins. Se essas condições forem cumpridas, uma empresa prestadora de serviços públicos pode beneficiar de muitas das vantagens do sector privado, embora se mantenha focalizada na provisão de um serviço respeitando a orientação geral de líderes municipais.

Um bom exemplo de uma empresa prestadora de serviços públicos (que presta serviços secundários de transporte e deposição final a onze comunidades) foi descrito por Scheu e Borno [2000].

11.1.5 Ligações com o público

Infelizmente, muitos funcionários municipais com formação e experiência principalmente em procedimentos de tecnologia e administração pública não estão bem qualificados para incentivar o envolvimento da comunidade na planificação e nas operações. Isso pode influenciá-los no sentido de evitarem tudo o que tenha a ver com ligações com o público, uma vez que preferem concentrar-se em questões com as quais estejam familiarizados. Em muitos casos, a falta de experiência dos funcionários municipais pode ser compensada com o envolvimento de consultores, académicos e organizações não governamentais (ponto 11.4).

Outro entrave ao desenvolvimento de fortes vínculos com o público é a tendência para uma abordagem autoritária, os funcionários municipais estarem convencidos de que é seu dever tomar decisões como acharem melhor, em vez de consultarem o público antes de decidir. Não se fazer a necessária prestação de contas que advém de eleições é outra razão pela qual existem funcionários que não consultam nem informam as comunidades que governam.

Num serviço de recolha de resíduos sólidos, vários fac-

tores são de considerável interesse para os moradores e a comunidade empresarial. A frequência e o período de recolha, o método de recolha, o tipo e a localização dos contentores de resíduos e os custos do serviço são, todos eles, importantes para o público em geral. Consultar o público em questões que o afectam é um primeiro passo importante para obter o seu apoio. Tanto quanto possível, as suas opiniões devem ser integradas no processo de planificação; se o que deseja não puder ser acolhido, é importante que lhe sejam explicadas as razões. Linhas abertas de comunicação podem ser muito eficazes para se obter colaboração.

As autoridades do governo local podem estar convencidas de que entendem os desejos das suas comunidades, mas há muitos indícios de que é frequente isso não acontecer. As opiniões do público podem ser averiguadas através da realização de questionários, e ouvindo opiniões expressas por grupos focais e comités de bairro. Uma análise das partes interessadas considera os pontos de vista de todos aqueles que podem ser afectados pelas decisões a serem tomadas.

Depois de tomadas as decisões, informar o público também deve merecer atenção, especialmente sobre os serviços a serem prestados (incluindo o momento, o ponto de recolha, os tipos de resíduos que serão recolhidos) e a cobrança de taxas. O público também pode ser solicitado a não entregar os seus resíduos a operadores privados não autorizados, a relatar qualquer deposição ilegal de resíduos a céu aberto, em canais, etc., a varrer fora de suas casas e a evitar a queima de resíduos. Também é importante que se informe o público de como apresentar reclamações relacionadas com quaisquer deficiências no serviço. Qualquer tentativa de introduzir a segregação de recicláveis na fonte deve ser acompanhada por um extenso programa de informação pública. As questões mais amplas de consciencialização ambiental são normalmente da responsabilidade da entidade a nível nacional para o ambiente.

As organizações de gestão de resíduos devem tomar medidas para dar uma boa imagem ao público, o que pode ser feito incentivando a divulgação nos órgãos de comunicação social de boas notícias no domínio da gestão de resíduos sólidos (como a extensão do serviço de recolha a uma nova área ou a compra de novo equipamento), em vez de deixar os jornais e a televisão relatarem apenas más notícias. Carrinhos e veículos limpos e bem pintados e uniformes limpos podem ser eficazes para dar uma imagem positiva. Visitas a oficinas e boas instalações de deposição final também podem conquistar amigos e aprovação.

Um sistema de reclamações bem administrado não só melhora o relacionamento com o público mas também fornece informação de monitoria útil no respeitante ao funcionamento dos serviços de varredura e recolha. Se

o departamento do governo local demonstrar apreço por reclamações, tratar com respeito as pessoas que as fazem e responder informando sobre a acção empreendida como resultado da queixa, os cidadãos inicialmente hostis ao serviço de gestão de resíduos podem tornar-se seus aliados.

11.2 O SECTOR PRIVADO

Em termos simples, o sector privado pode ser descrito como um grupo de pessoas que trabalham juntas para produzir bens ou fornecer um serviço com o objectivo de gerar lucro para benefício de algumas ou de todas elas. Os funcionários não são pagos directamente de fundos públicos e os recursos utilizados não são propriedade do estado. O sector privado pode ser considerado em duas vertentes - formal e informal. As organizações formais operam no quadro da lei e da estrutura tributária, estando oficialmente registadas e licenciadas. Os operadores informais não estão oficialmente registados, operam sem licença e não pagam impostos sobre os seus rendimentos. Este ponto debruça-se sobre o sector privado formal, e o ponto 11.3 sobre o sector privado informal. Ambas as partes fornecerão apenas breves introduções; mais informação pode ser encontrada nas publicações listadas na Bibliografia que se encontra no Anexo A7.2.

11.2.1 O leque de opções

Existe uma enorme variedade de arranjos para envolver o sector privado formal na gestão de resíduos sólidos. Infelizmente, é frequente os potenciais clientes não considerarem toda a gama para escolherem os parâmetros mais adequados à situação local, mas limitarem as suas escolhas ao que já foi usado no local. Quando não se selecciona cuidadosamente o arranjo mais apropriado, pode haver consequências negativas em termos de custos e sustentabilidade. Há quatro modelos básicos de relacionamento e muitas variantes em cada um. Existem também outras variáveis que devem ser consideradas. Está fora do âmbito deste ponto fornecer toda a informação necessária para seleccionar o arranjo mais apropriado; o que aqui se pretende é mostrar que o leque de possibilidades é muito amplo. Os quatro modelos básicos são:

a) Contratação – Neste arranjo, o cliente, geralmente um município ou uma autoridade regional, define o trabalho que deve ser feito e selecciona um prestador de serviços do sector privado. O pagamento é feito pelo cliente. Os contratos na gestão de resíduos sólidos são geralmente por um período muito mais longo do que os contratos de construção, e têm um rácio custos de operação por custos

de capital mais elevado do que os contratos, por exemplo, na indústria da água, razão pela qual não se devem ir buscar modelos desses outros sectores sem os modificar consideravelmente.

- b) Franquias (franchising)** – O franqueado seleccionado do sector privado recebe o monopólio para fornecer um serviço definido numa área definida por um período definido. O franqueado é responsável por receber os pagamentos dos beneficiários ou clientes.
- c) Subscrição particular ou concurso público** – Os prestadores de serviços, que tenham sido qualificados ou licenciados pela autoridade local, podem competir uns com os outros para fornecer um serviço a clientes individuais ou subscritores. No caso da recolha de resíduos domésticos, significa fazer um contrato com cada domicílio. Os operadores privados ao abrigo desses acordos podem não estar dispostos a prestar um serviço a áreas de difícil acesso (como bairros centrais tradicionais ou áreas habitacionais não planeadas) e recolhem resíduos apenas dos domicílios que lhes pagam.
- d) Concessão** – Nos casos que envolvem a construção ou compra de grandes instalações (tais como aterros sanitários ou instalações de reciclagem), é concedida ao operador seleccionado uma concessão para construir e operar a instalação e, em geral, em algum momento, transferir a propriedade da mesma para o órgão público responsável. A concessionária do sector privado deve recuperar as suas despesas a partir de taxas cobradas aos usuários ou da receita da venda de produtos.

Há alguma variação (e aparente descuido) no uso da terminologia neste domínio. As definições usadas nesta publicação são idênticas às usadas por Cointreau-Levine [2000], que se recomenda para leitura adicional.

Além da selecção a fazer a partir dos modelos listados acima, há outras questões que têm de ser consideradas, tais como:

- Em que medida deve estar envolvido o sector privado - apenas fornecer aconselhamento ou gestão, fornecer uma força de trabalho para usar recursos de propriedade pública ou fornecer tanto recursos humanos como físicos;
- Que tarefas serão realizadas pelo sector privado e como serão definidas e medidas essas tarefas?
- Quem pagará pelo serviço? Quem irá monitorar o desempenho? Quem será o proprietário das máquinas e instalações?
- Como será aplicado o monopólio de um franqueado na área de serviço designada?
- Qual será a duração do acordo? Em que circunstâncias e por quem pode ser rescindido? Como serão compartilhados os riscos?
- Organizações de que tipo e de que dimensões podem estar envolvidas? O trabalho deve ser repartido em pequenos lotes para que pequenas empresas locais possam concorrer? Que restrições são necessárias em relação aos métodos e tecnologias a serem utilizados - podem ser considerados métodos de trabalho intensivo e métodos intensivos em capital? Será que o operador do sector privado é obrigado a assumir o pessoal de varredura e recolha de resíduos do sector público existente?

Infelizmente, algumas administrações do governo local entraram apressadamente em arranjos com o sector privado sem considerar essas questões e o resultado é que o arranjo escolhido não é o mais eficaz. Acordos que não duram por toda a vida económica dos veículos e outro equipamento necessário desestimulam a compra de veículos especializados. Daí resulta o uso de ineficientes veículos para fins gerais (normalmente camiões abertos comuns) que possam ser facilmente vendidos ou afectados a outros trabalhos se um ou dois anos depois o contrato não for renovado.

11.2.2 Vantagens e desvantagens do envolvimento do sector privado

As principais vantagens de envolver o sector privado são geralmente as seguintes:

- As empresas privadas podem ter acesso a capital (proveniente de empréstimos ou reservas) para comprar o equipamento mais adequado e, assim, minimizar o gasto total;
- As organizações do sector privado muitas vezes especializam-se num pequeno número de serviços, possuindo, portanto, um conhecimento considerável nesses campos;
- A empresa privada é motivada pelo lucro e tem maior liberdade para usar o seu dinheiro de forma eficaz e, assim, pode operar com mais eficiência do que o governo local.

No entanto, se o relacionamento com o operador privado não for bem gerido, pode haver muitos problemas. Algumas desvantagens mais difíceis de evitar são:

- Perda de conhecimento no sector público;
- Risco de desenvolvimento de uma situação de monopólio, não havendo alternativa ao prestador de serviços particular,

- Corrupção (subornos pagos a inspectores e funcionários para ignorar falhas e penalidades associadas).

11.2.3 Pré-requisitos para um envolvimento do sector privado bem-sucedido

Tem havido muitas experiências decepcionantes com a participação do sector privado em países de baixa e média renda (por exemplo [Awortwi, 2004]). Em grande medida, o sucesso de um relacionamento com o sector privado depende mais do parceiro do governo local do que do prestador de serviços do sector privado. O governo local muitas vezes não tem capacidade nem motivação para inovar ou mudar. Alguns dos principais factores para o sucesso são:

- a preparação de um contrato abrangente e bem escrito, respeitado por ambas as partes,
- vontade política para tornar o relacionamento bem sucedido, incluindo o conceito de parceria e trabalho em equipa (ambos os lados com direitos e obrigações, e tendo respeito mútuo), transparência e disposições realistas em relação à transferência de pessoal;
- capacidade financeira – a capacidade para assegurar os pagamentos do contrato sem atrasos vencidos ou para apoiar os franqueados na cobrança de taxas, inclusivamente na aplicação de multas por falta de pagamento (A introdução do sector privado está muitas vezes ligada à introdução de uma taxa de serviço, o que pode resultar em imerecida impopularidade e insuficiente rendimento para os serviços do sector privado);
- uma abordagem séria e justa da monitoria, impondo penalidades de acordo com os procedimentos contratuais, a fim de garantir o bom desempenho;
- envolvimento dos cidadãos – cooperação com os procedimentos de recolha, pagamento de taxas e monitoria de operações nos bairros.

Se uma cidade é dividida em zonas com contratos independentes para cada uma, pode ser vantajoso para o município ficar com uma zona sob sua própria gestão e serviço, para manter o seu conhecimento neste campo, incluindo a compreensão dos problemas dos contratados. Se um dos contratados falhar, há mais capacidade de assumir o comando, talvez apenas temporariamente.

11.2.4 Micro e pequenas empresas

As organizações do sector privado envolvidas na gestão de resíduos sólidos podem ser muito grandes – por exemplo, empresas internacionais que fornecem serviços para muitas grandes cidades em muitos países – ou pequenas – tais como pequenos grupos comunitários contratados para for-

necer serviços de recolha ou varredura do seu bairro local. As microempresas são muitas vezes parcialmente formais, parcialmente informais [ponto 13.3]. Podem ser contratadas micro e pequenas empresas para fornecer serviços de gestão de resíduos de trabalho intensivo; nesse papel são muito vulneráveis a atrasos de pagamento e podem ter pouco poder de negociação com o cliente. Se forem tratadas de forma justa, podem prestar um bom serviço graças às suas ligações com o bairro onde trabalham e ao seu próprio interesse de viver num ambiente limpo.

11.2.5 Impactos na recolha de resíduos

A decisão de envolver o sector privado na recolha de resíduos sólidos pode ter os seguintes resultados em relação aos veículos de recolha de resíduos:

- Seleção - O equipamento seleccionado provavelmente será mais adequado, uma vez que o sector privado tem acesso a capital que permite escolher as máquinas mais eficientes (que não são necessariamente as mais baratas), e as empresas especializadas geralmente têm acesso a especialistas experientes.
- Pode-se esperar melhor manutenção porque uma empresa privada deve estar ciente dos custos de uma manutenção deficiente (especialmente em termos de baixa utilização de equipamento) e, portanto, empregará bons mecânicos e chefes de oficina para minimizar o tempo de imobilização do veículo. Organizações do sector privado geralmente têm menos burocracia do que o sector público, podendo assim aprovar despesas com menos demora para que os veículos possam ficar reparados em menos tempo. As autoridades locais são muitas vezes impedidas de manter bom pessoal de manutenção devido às rígidas estruturas salariais.
- O sector privado geralmente alcança uma melhor utilização de equipamento e recursos devido às pressões financeiras e ao objectivo de obtenção de lucro.
- Melhor aparência dos veículos de recolha de resíduos - porque são substituídos antes de ficarem muito velhos e porque o operador pode ser obrigado pelo contrato a lavá-los regularmente. Equipamento limpo e em boas condições pode aumentar o apreço público e o estatuto da gestão de resíduos e até mesmo da administração da cidade.
- Melhor gestão do parque e instalações de manutenção. É frequente haver uma diferença muito clara entre os parques de veículos do sector público e os do sector privado. Os procedimentos do governo local para se livrar de veículos inúteis e sucatas são geralmente muito longos e complexos, de modo que, muitas vezes, a maquinaria

que já é sucata é deixada no parque, ocupando um espaço valioso. O sector privado pode facilmente vender veículos velhos e equipamento sucata, e, por isso, os parques e oficinas do sector privado são geralmente muito mais limpos e melhor organizados.

- Pode, no entanto, haver um problema quando se trata da transferência de toda ou parte da força de trabalho municipal. Um rápido carregamento de veículos requer homens jovens, e os operadores privados podem simplesmente descartar-se de funcionários mais velhos que não conseguem acompanhar as velocidades de carregamento necessárias. Os cantoneiros de recolha mais jovens transferidos podem trabalhar num ritmo mais lento tendo em conta as pessoas mais velhas nas equipas e, assim, os supervisores e gestores podem ficar descontentes com os cantoneiros transferidos. Em vez de transferir homens mais velhos para o sector privado, o município pode ter outros empregos, mais adequados à sua força mais debilitada, para os quais podem ser transferidos (por exemplo, cuidar de parques, jardins e serviços de água).

As micro ou pequenas empresas responsáveis apenas pela recolha primária dependem do sistema de transporte secundário para a remoção dos resíduos que recolhem. Esta interface - tanto os arranjos físicos como os organizacionais para a transferência - deve ser cuidadosamente gerida, caso contrário os resíduos recolhidos acumulam-se e atribuí-lhes uma falha que não é da sua responsabilidade.

11.2.6 Relacionamento com o público

Qualquer contrato ou acordo relacionado com serviços prestados pelo sector privado deve especificar as responsabilidades de ambas as partes nas tarefas relacionadas com a consulta, informação e envolvimento do cidadão. Se forem recebidas reclamações pelo provedor de serviços (sector privado), o cliente (governo local) deve monitorar essas reclamações bem como a acção correspondente.

11.3 O SECTOR INFORMAL

O sector informal opera de muitas e diversas maneiras. Como mencionado no ponto anterior, opera fora do quadro da legislação comercial e, frequentemente, em pequena escala, com base em unidades familiares, cada uma das quais com um pequeno volume de negócios. Apesar da pequena escala das unidades envolvidas, pode haver um alto grau de cooperação e organização, como evidenciado pela rede de revendedores envolvidos no comércio e processamento de materiais recicláveis. Em alguns casos, têm sido criadas

Caixa 11.1

Exemplo

Recolha primária baseada na comunidade

Regressando a casa, em Dhaka, Bangladesh, depois de trabalhar fora por alguns anos, Mahbob Khurram ficou chocado ao encontrar pilhas de resíduos na rua onde morava. Organizou então um serviço de recolha para o seu bairro, usando dois triciclos (conhecidos como riquexós) e empregando dez trabalhadores. Os resíduos são transportados numa grande caixa de aço instalada na parte de trás de cada riquexó. Os operadores tocam uma buzina para pedir aos moradores que levem os seus resíduos para o riquexó e fornecem um serviço de recolha ao domicílio por uma pequena taxa extra. Alguns residentes em apartamentos de andares superiores fazem descer os seus sacos de lixo usando cordas. O lixo é levado para uma área de transferência de onde é recolhido por veículos municipais. Quando o sistema já estava a funcionar bem, começaram a cobrar uma taxa aos domicílios, e apenas 15% revelaram incumprimento regular.

Esta abordagem foi amplamente replicada e está em funcionamento há mais de dez anos. Podem já chegar a 250 os esquemas resultantes desta iniciativa.

Mahbob está convencido de que esses esquemas devem permanecer pequenos, recolhendo cada um, no máximo, resíduos de 1.000 domicílios. Todos os operadores são pessoas locais conhecidas pelos moradores, ligação essa que ajuda na cobrança de taxas.

Fonte: TVE.org

cooperativas e organizações de apoio, mas é frequente não existir um parceiro de negociação que represente os trabalhadores do sector informal.

Em alguns países, a recolha e a reciclagem de resíduos no sector informal são dominadas por determinados grupos étnicos ou religiosos, como cristãos minoritários das áreas rurais do Cairo, no Egipto, refugiados afegãos em Karachi, no Paquistão, e grupos Romani na Europa Oriental. A reciclagem de resíduos pode ser o primeiro meio de subsistência que os pobres rurais encontram quando chegam à cidade.

O sector informal geralmente fornece um extenso serviço de recolha de resíduos sólidos. Por exemplo, em Monterrey, no México, mil ou mais operadores de recolha de resíduos do sector informal recolhem, cada um, cerca de 500 kg de resíduos por dia e recebem cerca de 3,3 vezes o salário mínimo oficial. Este sistema é adicional ao serviço municipal de recolha de resíduos. [Medina, 2005]. Dados de outros locais da América Latina também indicam que os trabalhadores do sector informal de resíduos ganham geralmente mais do que o salário mínimo local [Lardinois, sem data].

A maior parte da receita do sector informal provém da comercialização e processamento de material e artigos recicláveis retirados dos resíduos sólidos, mas também têm receitas da troca de serviços, como varrer e recolher resíduos. Os materiais recicláveis podem ser recolhidos ou comprados porta-a-porta, ou podem ser separados dos resíduos na rua, em pontos de transferência, durante o carregamento e

transporte dos resíduos, ou no local de deposição final. O material recolhido pode então passar por vários estágios, para o classificar, limpar, enfardar ou triturar antes de ser vendido a fábricas. Há um considerável comércio internacional de plásticos, bens electrónicos usados e metais.

Também se pode considerar que cantoneiros de limpeza e de recolha de resíduos sólidos dos municípios operam no sector informal quando seleccionam e vendem materiais recicláveis para seu próprio benefício ou realizam trabalhos adicionais de limpeza para residências e empresas. O direito de trabalhar em ruas com considerável potencial de receita decorrente dessas actividades é por vezes comprado e vendido informalmente, mas de uma forma muito estruturada.

Em algumas cidades existem dezenas de milhares de trabalhadores de resíduos no sector informal⁴⁴. A gestão de resíduos no sector informal proporciona claramente um meio de sobrevivência significativo para muitos moradores da cidade, devendo o sector informal ser considerado no planeamento de qualquer iniciativa de gestão de resíduos em qualquer área urbana onde esteja activo.

É frequentemente relatado que apenas entre 40% e 70% dos resíduos de uma cidade são recolhidos pelo sistema formal. Em tais situações, os catadores informais têm um acesso fácil aos resíduos não recolhidos – embora muitas vezes se encontrem nas áreas de baixa renda de uma cidade em que os resíduos têm menor potencial de reciclagem, sendo, portanto, menos interessantes para os catadores de resíduos do que nas áreas comerciais e áreas residenciais prósperas. No entanto, o início de um novo sistema de recolha, que vise recolher a totalidade de resíduos, pode reduzir drasticamente o acesso aos resíduos pelos catadores do sector informal.

11.3.1 Pontos fortes e pontos fracos do sector informal

a) Pontos fortes – O sector informal pode ser muito eficiente na realização de trabalho manual, o que requer pouco capital. Nesse tipo de trabalho, os trabalhadores do sector informal podem tirar rendimento do trabalho que não seria lucrativo para os sectores público e privado formais. O uso de mão-de-obra familiar não remunerada e a vontade de trabalhar em contacto com os resíduos mantêm os custos abaixo dos das operações formais.

Os trabalhadores do sector informal sabem que é do seu interesse pessoal directo fornecer materiais e serviços que satisfaçam os seus clientes, porque, se um cliente não estiver satisfeito, perdem imediatamente o seu rendi-

mento. Trabalham apenas em áreas onde exista uma clara demanda.

b) Pontos fracos – O sector informal tem normalmente poucas ligações com o sector formal, de modo que as operações de um sector muitas vezes são contraproduativas para o outro, e é comum mal-entendidos, concorrência e até hostilidade caracterizarem as relações entre os sectores formal e informal.

Se um esquema de recolha primária do sector informal depender do sector formal para a remoção dos resíduos recolhidos, o sector informal é frequentemente responsabilizado quando o serviço formal de recolha secundária não é fiável.

Os trabalhadores do sector informal geralmente revelam muito pouco cuidado com o ambiente. Pode acontecer despejarem os resíduos indesejáveis em locais inadequados e processarem materiais recicláveis com sérios impactos de poluição do ar e água. Esse comportamento é provavelmente motivado por uma combinação de ignorância em aspectos ambientais e formas de evitar a poluição, e falta de dinheiro para operar de maneira ambientalmente aceitável.

11.3.2 Contribuições e problemas no envolvimento do sector informal

a) Contribuições – Entre os muitos argumentos para incentivar as operações do sector informal encontram-se os seguintes:

- Meios de subsistência - a gestão de resíduos do sector informal fornece meios de subsistência a partes significativas da população em muitas cidades. Sem essa fonte de rendimento, muito mais cidadãos estariam desamparados e seriam pedintes.
- As quantidades de resíduos sólidos que requerem transporte e deposição final são reduzidas. Cada tonelada de lixo que vai para uma lixeira a céu aberto causa poluição, e há uma despesa associada a cada tonelada que é depositada em aterro. Transportar resíduos para locais distantes envolve custos. Ao devolver uma parte dos resíduos para a economia como um material que tem utilidade, reduzem-se as despesas com transporte e deposição final, reduzindo-se também a poluição.
- O sector informal é frequentemente capaz de fornecer serviços em áreas que o sector formal não está disposto a atender - por exemplo, áreas onde o acesso é difícil e áreas de baixo rendimento onde as taxas devem ser mais baixas.
- Obtendo do fluxo de resíduos algumas matérias-primas necessárias, reduz-se a demanda por matérias-primas virgens, bem como a energia necessária para

⁴⁴ Em Karachi, no Paquistão, uma cidade de 12 milhões de habitantes, estima-se que as actividades do sector informal na gestão de resíduos sólidos geram um volume de negócios anual de 20 milhões de USD e forneçam emprego a mais de 55.000 famílias. [Rouse, 2006].

produzir materiais de produção. A reciclagem contribui assim para a conservação de recursos naturais.

- A reciclagem fornece materiais mais baratos do que materiais virgens e produtos importados, permitindo assim que se fabriquem produtos com materiais reciclados mais acessíveis a grupos de baixa renda.

b) Problemas – Os problemas frequentemente associados às operações de recolha e reciclagem do sector informal podem ser classificados em ambientais, relacionados com a saúde e estéticos.

- Operadores de recolha de resíduos do sector informal podem descarregar os resíduos que recolhem em locais não autorizados para evitar uma longa deslocação até ao local de deposição final oficial. Os resíduos podem ser espalhados pelas ruas e espaços abertos por catadores que estejam a fazer a sua triagem de resíduos recolhidos. As operações de deposição final por vezes são interrompidas por catadores a trabalhar perto de maquinaria pesada, lançando fogo aos resíduos ou até mesmo controlando as operações no local com ameaças de violência. Técnicas de processamento rudimentares também podem causar poluição.

- Os catadores de resíduos correm riscos através do contacto da pele com os resíduos, inalação de poeiras e fumo. A saúde do público em geral também pode ser ameaçada pela reutilização de recipientes contaminados e artigos médicos (especialmente seringas e agulhas). Nunca se deve permitir que resíduos perigosos de hospitais, clínicas e algumas fábricas entrem no fluxo geral de resíduos sólidos urbanos onde provoquem sérios riscos de infecção a trabalhadores formais e informais durante a recolha e a deposição final. Muitos catadores do sector informal em locais de deposição trabalham com calçado inadequado e estão sob alto risco de itens infecciosos e outros itens perigosos.

- Alguns operadores de recolha e catadores de resíduos do sector informal usam carrinhos puxados por animais ou carrinhos de mão em condições muito precárias. As autoridades da cidade por vezes opõem-se ao uso desses carrinhos devido à sua aparência, que dá uma má imagem da cidade, e por causa do congestionamento de tráfego causado pela sua baixa velocidade e pelos hábitos dos seus motoristas.

11.3.3 Relações com o sector informal

a) Atitudes – Os moradores cujos resíduos são recolhidos pelo sector informal geralmente têm uma atitude muito positiva em relação à pessoa que os recolhe, o que acontece principalmente quando o serviço é muito conveniente, com os resíduos recolhidos à porta. Os custos

também podem ser mais baixos do que um serviço de recolha formal, porque os operadores de recolha fazem grande parte do seu dinheiro com a reciclagem daquilo que recolhem. Também pode haver a influência do contacto pessoal. Em geral, os donos das casas preocupam-se apenas com a remoção dos resíduos do seu espaço e, portanto, não se importam se são levados para uma deposição final satisfatória ou apenas despejados noutra local, talvez um terreno baldio ou um canal. Esta distância de transporte mais curta é outra razão pela qual as taxas para recolha do sector informal podem ser mais baixas.

Noutros casos, as atitudes podem ser muito mais negativas. Pode haver preconceitos contra os trabalhadores do sector informal por causa do trabalho que fazem, ou com base na sua nacionalidade ou origem étnica. Em alguns locais acusam-nos de tráfico de drogas ou outros problemas sociais, preconceitos que podem levar a recusa em falar com eles ou a assédio policial. O trabalho do sector informal pode ser desvalorizado por funcionários e cidadãos que consideram que só devem ser usadas máquinas sofisticadas para a recolha de resíduos. Medina [2005] definiu o sector informal com base nos métodos utilizados (baixo capital e elevado trabalho intensivo) e no funcionamento fora do sistema de tributação. Definiu também quatro categorias de atitudes em relação ao sector informal: - repressão, negligência, conluio e estimulação.

Pensa-se muitas vezes que os catadores são muito ricos, mas é provavelmente muito raro que assim seja. Embora os seus rendimentos sejam pequenos, estão frequentemente sujeitos a solicitações de pagamentos por parte da polícia e funcionários. No entanto, o pequeno número de pessoas que organiza operadores de recolha e catadores de materiais recicláveis pode ter uma riqueza considerável.

As atitudes do público em relação aos catadores em partes do Brasil melhoraram consideravelmente como resultado de uma campanha concertada envolvendo muitas partes interessadas, e do reconhecimento oficial de seu trabalho como profissão [S.M. Dias, 2006]

b) Conflitos – Podem existir conflitos com o sector formal. Podem ser quase ocultos – por exemplo, quando os catadores do sector informal vão para os contentores de rua e espalham o seu conteúdo em busca de materiais recicláveis antes que os operadores de recolha oficiais cheguem – ou evidentes, quando os catadores forçam a sua passagem para dentro de um local de deposição final, insistem em queimar os resíduos ou ameaçam os condutores que estão a levar os resíduos. O hábito de espalhar resíduos indesejados ao procurar recicláveis resultou, em alguns

locais, na proibição e apreensão regular de carrinhos de recicladores informais [Imam, 2007].

Os trabalhadores de resíduos do sector informal podem opor-se à mudança por várias razões:

- por (especialmente os “chefes” locais que controlam as operações) não terem sido consultados e temerem perder os seus meios de subsistência,
 - porque novas propostas de recolha significam que perderão o acesso aos resíduos ou oportunidades de trabalho remunerado adicional, ou
 - por lhes estar a ser solicitado que mudem o seu modo de trabalhar ou a sua localização, e eles acharem que dessa forma o seu trabalho não será lucrativo.
- c) Integração** – Os trabalhadores de resíduos do sector informal podem ser integrados de várias maneiras nos planos formais de actualização de um sistema de gestão de resíduos sólidos.
- Uma maneira é empregá-los. Neste caso, deixam de estar no sector informal, e outros podem começar a trabalhar nesse sector para os substituir. Trabalhadores que tenham estado anteriormente no sector informal podem ser relutantes em trabalhar no sector formal se sofrerem uma perda de rendimento, se se opuserem a práticas de trabalho como usar uniformes e reportar à mesma hora todos os dias, ou se preferirem trabalhar de forma independente – serem os seus próprios patrões. No Cairo, no Egipto, quando uma empresa privada foi contratada para fornecer um serviço de recolha de resíduos, e esperava empregar trabalhadores da comunidade “Zabaleen”, do sector informal, que vinha há décadas fornecendo um serviço de recolha resíduos, descobriu-se que os Zabaleen não estavam interessados em trabalhar para este contratante uma vez que, nos seus acordos originais, informais, estavam a ganhar duas vezes e meia os salários que tinham. [Iskander, 2005].
 - Outra abordagem é dar-lhes um papel específico dentro do sistema. Por exemplo, podem ser convidados a recolher os resíduos de casas e lojas (dando-lhes a oportunidade de separar para si artigos e materiais que desejem reciclar) e transportar os resíduos para pontos de transferência. Em locais de deposição final, pode ser-lhes permitido ter acesso aos resíduos por algumas horas depois de estes terem sido levados para o local e antes de ser usada maquinaria pesada para os nivelar e compactar. Em ambos os casos, os gestores do sistema formal precisam de negociar com representantes que possam tomar decisões em nome dos trabalhadores do sector informal, devendo também haver algum tipo de penalidade ou sanção que possa ser aplicada se os trabalhadores do sector informal não trabalharem da

forma acordada. A criação de uma cooperativa pode responder a essa necessidade de indicar um representante, mas pode levar muito tempo conseguir o envolvimento geral e apoio entre os trabalhadores do sector informal, sendo frequentemente necessário um facilitador externo para os encorajar a unirem-se.

Em muitas cidades, o sector informal é grande, e a gestão de resíduos sólidos o meio de subsistência de muitas famílias que, de outra forma, estariam na miséria. A gestão de resíduos sólidos não é apenas uma questão técnica, e parte importante da vertente social é a situação e o papel do sector informal. Eles devem ser incluídos no processo de planificação.

11.3.4 Factores a considerar ao planear operações de recolha de resíduos

Se estiver a ser contemplada alguma mudança no método de recolha de resíduos, seria útil discuti-la com representantes do sector informal. Se nenhum desses representantes puder ser identificado, valeria a pena reunir-se com alguns dos trabalhadores desse sector para informá-los de que estão a ser planeadas mudanças e manifestar a vontade de discutir os mecanismos que estão a ser planeados.

Se estiver a ser considerado algum sistema de segregação na fonte e recolha selectiva, os catadores do sector informal estarão interessados no fluxo de materiais recicláveis e, se os contentores de materiais recicláveis forem deixados fora, é provável que tirem o material dos contentores antes da chegada das equipas formais. Talvez seja melhor envolver o sector informal na recolha do fluxo de resíduos secos ou de recicláveis desde o início.

Se estiverem a ser fornecidos grandes contentores como pontos de transferência, pode haver a possibilidade de alocar cada contentor de rua a uma pessoa do sector informal que tenha permissão para retirar dele quaisquer resíduos que deseje, desde que a área em volta seja mantida limpa. Caso ele (a) não mantenha a área limpa, o direito de catação será dado a outra pessoa.

Se o sistema formal de recolha de resíduos prevê que os proprietários transportem os seus resíduos para um contentor compartilhado de rua, pode ser apropriado incentivar os trabalhadores do sector informal a oferecerem-se para recolher os resíduos das portas dos moradores, por uma pequena taxa, e levá-los para um contentor de rua. Desta forma, seria gerado emprego e os operadores de recolha teriam a possibilidade de separar os materiais recicláveis num estado relativamente limpo.

Geralmente, considera-se que o uso de compactadores para recolha de resíduos reduz o valor dos recicláveis nos

resíduos, pois a pressão de compactação aumenta o contacto entre resíduos húmidos de alimentos e materiais recicláveis, contaminando os recicláveis e reduzindo o seu valor.

Por vezes é proposto que a triagem seja realizada nas estações de transferência, a fim de se recuperar o material reciclável antes de ser transportado para o local de deposição final, questão já brevemente discutida no ponto 8.2.7 acima. Se estiverem envolvidos trabalhadores do sector informal na triagem em estações de transferência, pode haver problemas no controlo do seu trabalho – especialmente para assegurar que trabalhem de forma ordenada. Portanto, é essencial que estejam de alguma maneira organizados e tenham um gestor responsável que possa punir comportamentos inaceitáveis.

O sector informal pode controlar ou influenciar onde os camiões de recolha descarregam os seus resíduos. Por exemplo, no local de deposição final de Jam Chakro, perto de Karachi, os catadores alugam lotes no terreno de um senhorio não oficial e pagam aos motoristas o equivalente a 1 USD para depositar as suas cargas nos seus lotes [Rouse, 2006]. Em outros lugares, acontece usarem a força para controlar os motoristas de camião.

cia que se pretende da ONG para que os seus membros não pensem que se está a pedir mais do que realmente está a ser solicitado.

As OCBs são geralmente menos especializadas que as ONG e estão ligadas a uma comunidade específica. Na maioria dos casos, é provável que as OCB tenham pouco conhecimento em matéria de gestão de resíduos sólidos, por isso o seu valor está nas suas ligações com as pessoas e os funcionários locais e com a sua experiência na promoção do envolvimento e participação da comunidade. Se não houver nenhuma organização comunitária e nenhuma forma de consultar a comunidade, pode valer a pena criar uma. Rahaman [2003] faz um interessante relato da formação de um comité de comunidade para participar na planificação de um serviço de recolha de resíduos sólidos, e dos benefícios que daí resultaram. As consultas melhoram as possibilidades de o sistema ser aceite pela comunidade. O envolvimento da comunidade também pode ser útil na monitoria e melhoria de um sistema de recolha quando estiver em funcionamento.

11.4 CONTRIBUIÇÕES DE ONGS E ORGANIZAÇÕES COMUNITÁRIAS

É essencial uma boa cooperação com o público em geral para o sucesso da recolha de resíduos sólidos. Uma boa organização não governamental (ONG) ou organização comunitária de base (OCB) pode fornecer uma assistência muito útil na promoção da cooperação.

As ONGs muitas vezes trazem experiências de outros lugares, e caso alguma ONG particular tenha tido algum envolvimento bem-sucedido na gestão de resíduos sólidos noutra cidade, pode ser útil visitar a cidade e avaliar a experiência antes de solicitar a ajuda da ONG. (Experiência em mobilização comunitária em outros campos naquela cidade também podem ser úteis). Deve ficar clara a assistên-

Resumo

- Mesmo quando os serviços de resíduos sólidos estão a ser fornecidos pelo sector privado, o governo nacional e o governo local têm importantes papéis, essenciais para a manutenção de bons padrões.
- O sector privado pode ser envolvido de diferentes formas; as opções relativas à modalidade e extensão desse envolvimento devem ser feitas cuidadosamente.
- São deveras vantajosos os esforços pró-ativos para informar o público e consultá-lo em relação a questões que o afectem.
- O sector informal pode prestar serviços de recolha úteis e trazer benefícios económicos e ambientais a partir da reciclagem. Em muitas cidades, muitas famílias dependem da reciclagem do sector informal para a sua subsistência. Por estas razões, o sector informal deve ser incluído em planos que o possam afectar.

Gerir os trabalhadores, motoristas e mecânicos que operam um serviço de recolha de resíduos é um dos maiores desafios na recolha de resíduos sólidos. Requer uma combinação de muitas características, incluindo determinação, trabalho duro, honestidade, firmeza, justiça, compaixão e paciência. As tarefas de gestão incluem planificação, recrutamento, formação, supervisão, assegurar a disciplina, monitoria e produção de relatórios. Neste capítulo não se tentará cobrir todos os aspectos da tarefa, mas sim destacar algumas questões-chave e delinear o âmbito da função de gestão.

12.1 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Há quatro funções principais (que envolvem mais do que alguns funcionários) directamente envolvidas na recolha de resíduos sólidos: limpeza de ruas, carregamento de resíduos em veículos, condução e manutenção de veículos. Essas quatro funções podem ser organizadas de diferentes formas. Algumas das questões que devem ser consideradas ao determinar como se posicionarão no organograma da administração local são discutidas neste capítulo, sob os títulos dos vários arranjos possíveis.

12.1.1 Carregamento e varredura associados

O número combinado de cantoneiros de limpeza e de recolha que circulam nos veículos numa cidade de grandes dimensões pode ser muito elevado – chegando a 0,5% da

população. Nas grandes cidades, é claramente necessário dividir essa força de trabalho em grupos menores, correspondendo a bairros que podem ser baseados em limites administrativos (quarteirões). Outras subdivisões da força de trabalho são necessárias para que possa ser prestada uma supervisão eficaz. Devido à natureza repetitiva e por vezes desagradável do trabalho, à área pela qual os trabalhadores estão distribuídos e ao facto de serem vistos todos os dias pelo público, é essencial que exista um sistema de supervisão efectivo.

O número de trabalhadores manuais que uma pessoa pode supervisionar depende do tipo de trabalho, da distância entre os seus locais de trabalho, dos meios de transporte utilizados para viajar entre esses locais, dos meios de comunicação disponíveis (rádio, telemóveis, etc.) e da intensidade de supervisão necessária. Podem ser usadas diferentes designações para os vários níveis na pirâmide de supervisão; a Figura 12.1 mostra uma possível combinação de cargos.

Os cantoneiros de limpeza e os de recolha de resíduos num bairro devem estar sob o mesmo supervisor, ou esses serviços devem ser mantidos separados?

Há diversas vantagens em ter os dois serviços sob o mesmo comando:

- Um encarregado pode monitorar ambos os serviços na mesma área.
- A recolha de contentores pode estar ligada a tarefas de varredura, de modo que a varredura garanta que os

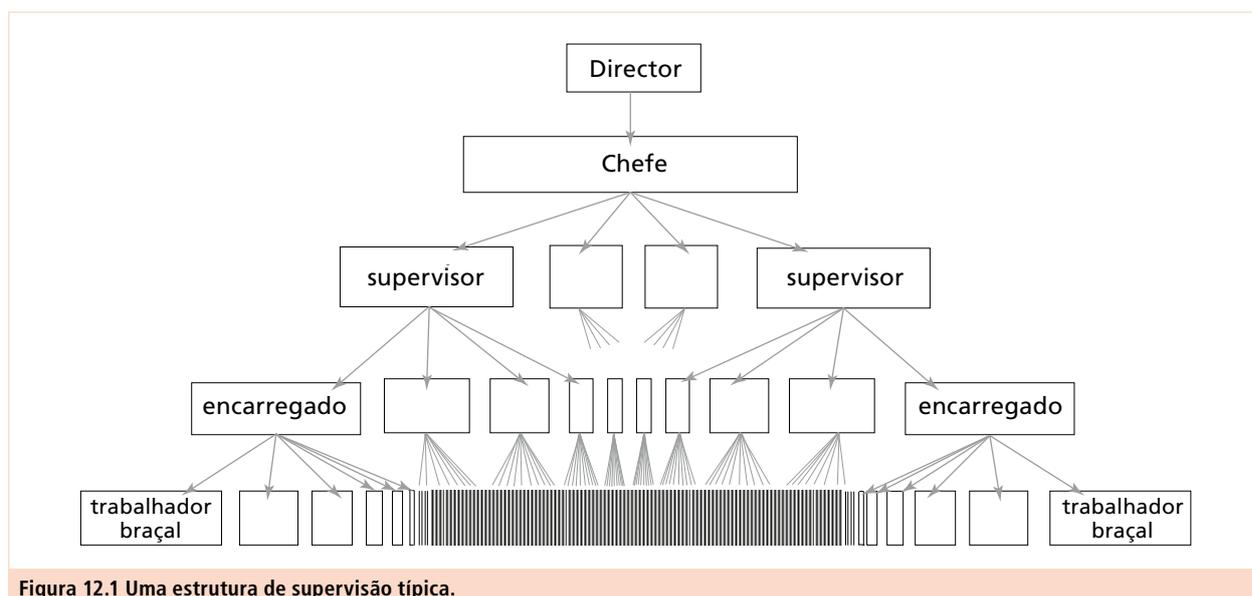


Figura 12.1 Uma estrutura de supervisão típica.

caixotes do lixo e contentores elevados mecanicamente estejam prontos para a recolha no horário programado. (A menos que os contentores estejam a transbordar, todos os resíduos que se encontrem à sua volta devem ser neles colocados antes da chegada do camião.) Depois de carregados os resíduos de um contentor para um camião, o varredor pode garantir que quaisquer resíduos espalhados sejam limpos, para não ser necessário o camião ficar à espera enquanto a sua equipa limpa a área.

- Pode haver a possibilidade de transferir pessoal entre as duas funções, por exemplo, transferir cantoneiros de limpeza para a recolha de resíduos para garantir que cada camião tenha uma equipa completa, ou transferir temporariamente algum pessoal de recolha para a varredura de ruas quando eventos especiais resultarem em mais resíduos de rua.

Combinar as funções dessa forma pressupõe que as fronteiras dos bairros dos dois serviços sejam idênticas, o que pode constituir um problema se um novo tipo de veículo de recolha exigir bairros de supervisão de maiores dimensões.

12.1.2 Motoristas com mecânicos ou com cantoneiros de recolha?

A forma como um camião é conduzido pode ter um impacto significativo no volume de trabalho de manutenção de que necessita, portanto, um supervisor da oficina deve ter algum controlo sobre os motoristas, para poder discipliná-los ou treiná-los se estiverem a usar os seus veículos de maneira que requeira manutenção adicional. Os motoristas são geralmente obrigados a fazer verificações diárias nos seus veículos e a relatar os problemas aos mecânicos. Se ocorrer alguma falha durante as rondas de recolha, deverão estar orientados pelo supervisor da oficina quanto ao que é necessário fazer. Por todas estas razões, os motoristas devem responder à gestão da oficina do veículo.

No entanto, também há motivos pelos quais os motoristas devem responder ao mesmo supervisor dos cantoneiros de recolha. O motorista deve coordenar com a equipa de carregamento, por isso devem estar a seguir as mesmas ordens. O motorista pode funcionar como encarregado dos cantoneiros. Se o supervisor de operações de recolha não tiver autoridade para instruir o motorista, o supervisor poderá ter pouco controlo sobre o trabalho da equipa de recolha, uma vez que esta tem de acompanhar o veículo.

12.1.3 Um departamento de gestão de resíduos separado

Uma solução para o dilema relativo a quem deve ter autoridade sobre os motoristas é formar um departamento de

gestão de resíduos que inclua a manutenção do veículo e as operações de recolha de resíduos. Normalmente, a maioria dos veículos no parque do município são veículos de recolha de resíduos, havendo, portanto, alguma justificação para pôr a oficina sob a responsabilidade da gestão de resíduos sólidos. Outros veículos no parque podem ser carros oficiais, limpa-fossas para limpeza de drenos e esvaziamento de fossas sépticas, equipamento para manutenção da iluminação pública e outros veículos, de acordo com as responsabilidades da administração municipal. Deverão esses outros veículos ser também mantidos pelo departamento de gestão de resíduos sólidos, ou deverá haver duas oficinas de veículos separadas dentro do município?

Pode ser apropriado um departamento de gestão de resíduos sólidos separado se houver uma taxa de gestão de resíduos sólidos que financie todas as funções de gestão de resíduos sólidos. Neste caso, pode decidir-se criar um departamento separado com as suas próprias contas independentes (ponto 13.1.4).

Uma alternativa para formar um departamento separado pode ser melhorar a coordenação entre o departamento de transporte (oficina de veículos) e o departamento de gestão de resíduos sólidos, e desenvolver regras de trabalho acordadas relativas a procedimentos em situações particulares.

12.1.4 Sectores públicos e privados

Apesar de não se representarem num organograma, os aspectos de coordenação com parceiros do sector privado devem ser cuidadosamente considerados aquando da preparação de contratos. São diversas as possíveis formas de envolvimento do sector privado. São exemplos um operador privado que forneça veículos que são carregados por equipas municipais ou que forneça motoristas e equipas para veículos que são propriedade do município ou que forneça uma componente de um sistema de recolha de duas etapas (recolha primária, transferência e transporte secundário). Há uma vasta gama de inter-relações possíveis. As questões de controlo e autoridade devem ser claramente descritas nos documentos contratuais e compreendidas por ambas as partes. No ponto 11.2 discute-se mais detalhadamente a participação do sector privado.

12.2 PLANIFICAÇÃO

Na maioria dos casos, um gestor do sector público não consegue planear o tamanho e a afectação da equipa, porque quando alguém é nomeado gestor, a força de trabalho já está empregada e há restrições para demitir trabalhadores e reduzir o tamanho da força de trabalho. Em muitos casos,

os trabalhadores terão sido nomeados como favor pessoal ou por razões políticas. Por vezes, a nomeação como trabalhador de recolha de resíduos é vista como uma rede de segurança social para proporcionar uma renda aos necessitados. O trabalho braçal na recolha de resíduos pode ser visto como a forma mais baixa de trabalho, para a qual são nomeados trabalhadores não qualificados, quando não têm capacidade para realizar qualquer outro trabalho. Muitos dos cantoneiros de recolha podem ser demasiado velhos para as exigências físicas do carregamento de resíduos. No entanto, o gestor deve tentar controlar o número de empregados e exercer uma influência crescente no recrutamento.

Assumir o controlo do tamanho e da afectação da força de trabalho pode ser visto como uma questão de vontade política. Se os decisores desejam reduzir os custos da recolha de resíduos e aumentar a cobertura, pode ser necessário tomarem decisões impopulares relacionadas com a gestão da força de trabalho. Tais decisões podem envolver o congelamento de recrutamento, a transferência de pessoal mais antigo para tarefas menos exigentes fisicamente, o despedimento de pessoal cujos hábitos de trabalho são inaceitáveis e o aumento da quantidade de trabalho (como, por exemplo, a extensão da rua a ser varrida) que se espera que seja completamente realizado num turno.

Outra questão que frequentemente tem repercussões políticas é o emprego de pessoal temporário (ou com remuneração diária) para substituir funcionários permanentes. Os empregados permanentes geralmente têm condições de emprego muito vantajosas, incluindo pensões, subsídio de doença e vários outros subsídios, e pode ser muito difícil demiti-los, mesmo que o seu trabalho seja claramente inadequado. O pessoal temporário é geralmente menos dispendioso e espera-se que trabalhe mais arduamente nas condições certas. Alguns argumentam que esses trabalhadores são explorados, enquanto outros dizem que são livres de escolher e que não aceitariam o trabalho se conseguissem melhores salários e condições de trabalho noutros lugares. Os sindicatos, em particular, podem opor-se ao emprego de pessoal temporário se a maioria dos seus membros forem funcionários permanentes.

O congelamento do recrutamento de funcionários permanentes pode ser uma maneira eficaz de reduzir o tamanho de uma força de trabalho (embora haja casos em que a lei exige que um filho ou filha de um empregado receba um emprego se o funcionário se aposentar por problemas de saúde – e a definição de “problemas de saúde” tende a ser muito ampla). Como a maioria das cidades nos países em desenvolvimento tem vindo a registar um rápido crescimento em tamanho, o aumento da geração de resíduos pode ser coberto empregando pessoal temporário ou envolvendo entidades

operadoras de resíduos do sector privado.

Planear o tamanho ideal da força de trabalho requer conhecimento de um nível de produtividade razoável para cada categoria de trabalhador. São exemplos o comprimento da rua que pode ser varrida em um turno e o número de viagens que um veículo de recolha pode fazer em um dia, juntamente com o número ideal de cantoneiros de recolha a trabalhar com um veículo. (Os sindicatos podem ter normas em que insistam, como o caso em que foi solicitado a seis trabalhadores que fossem trabalhar com um camião com guincho de elevação de contentores para o qual era necessário não mais de um trabalhador [Coad, 1997]). Pode-se determinar uma carga de trabalho razoável para cada tipo de trabalho usando técnicas de estudo do trabalho (ou tempo e movimento) (Anexo A1), desde que o ritmo de trabalho que está a ser observado e registado não seja excessivamente alto ou inaceitavelmente baixo.

As greves de trabalhadores de recolha de resíduos são geralmente muito eficazes devido ao efeito imediato nas ruas da cidade de acumulações de resíduos não recolhidos. O poder dos sindicatos de trabalhadores que representam os de recolha de resíduos pode ser um sério obstáculo para mudanças na força de trabalho ou nas práticas de trabalho. Os sindicatos podem ser particularmente fortes quando a varredura de ruas e o carregamento são considerados trabalhos que são feitos apenas por membros de um grupo étnico minoritário, e quando os sindicatos estão fortemente ligados a esse grupo. É essencial que se envolvam os sindicatos nas discussões sobre mudanças que afectarão os seus membros. Os funcionários dos sindicatos geralmente demonstram sentido de responsabilidade e disposição para serem razoáveis. Em confrontações difíceis, pode ser útil recorrer ao apoio da opinião pública, por exemplo, expondo reivindicações de pagamento não razoáveis e vinculando-as a aumentos nas taxas.

Podem ser levantadas algumas questões difíceis se for decidido transferir a recolha de resíduos completamente, ou mesmo parcialmente, para o sector privado. Na maioria dos casos, tal transferência significará mudanças para um grande número de trabalhadores manuais. Como funcionários municipais, os trabalhadores de gestão de resíduos geralmente recebem subsídios adicionais, licença médica e subsídio de doença, seguro médico e pensões. Se forem transferidos para o sector privado, poderão não receber nenhum desses benefícios adicionais e ser obrigados a trabalhar mais horas por dia. Funcionários municipais que tenham estado na expectativa de emprego seguro e desses benefícios podem não estar dispostos a prescindir deles, e podem ter o apoio da lei. Não é de surpreender que se oponham a qualquer pressão para sair do emprego municipal e ir

para o sector privado. É frequente o caso de o município não estar disposto a mantê-los ou não estar capaz de o fazer, porque talvez não haja trabalho para eles ou não haja dinheiro para pagar os seus salários, uma vez que o financiamento que cobria os seus salários vai agora passar para o prestador de serviços que assumiu o controlo do seu trabalho. Como resultado, os contratos frequentemente incluem a obrigação de o prestador de serviços assumir pelo menos uma parte da equipa municipal de gestão de resíduos. No entanto, o prestador de serviços pode não estar disposto a contratar a equipa municipal por considerar os hábitos de trabalho dos funcionários municipais incompatíveis com a maior produtividade exigida no sector privado e desejar ter uma força de trabalho forte e eficiente – menos pessoas a trabalhar mais. Podem encontrar-se soluções para esses problemas, mas elas exigem uma preparação cuidadosa e boa planificação.

12.3 DISTRIBUIÇÃO DE TAREFAS

A afectação de pessoal para trabalhar em locais específicos é outra questão que pode provocar oposição.

Nas cidades, é comum os cantoneiros de limpeza e cantoneiros de recolha reportarem a estruturas administrativas nos bairros ou aos pontos de encontro no início e no final de cada turno. Para reduzir o tempo de viagem e os custos, os funcionários devem, na medida do possível, ter a obrigação de reportar aos escritórios perto de onde moram. Normalmente, há uma chamada no início e no final de cada turno, e são dadas instruções aos trabalhadores para que saibam onde devem trabalhar ou a que equipa de camião se devem juntar.

Existem algumas vantagens em enviar cantoneiros de limpeza e equipas de recolha para trabalhar nas mesmas áreas todos os dias. Esta prática permite que se familiarizem com a geografia da área – onde são guardados os contentores, quem precisa de lembretes para colocar os seus resíduos fora, quais as ruas que devem ser varridas primeiro antes que estejam lá estacionados muitos carros, etc. – e assim fornecer um serviço melhor ou mais eficiente. Isso permite também que desenvolvam um relacionamento com os moradores ou lojistas de modo que os trabalhadores da limpeza possam pedir um melhor uso dos contentores e eventualmente, mais tarde, incentivar a segregação na fonte. O operador de recolha ou o varredor também pode beneficiar da oferta de roupas usadas e presentes em dinheiro não solicitado em épocas festivas.

Pode haver vantagens em combinar serviços num bairro e tornar um funcionário responsável por essa área. Essa responsabilidade, juntamente com o relacionamento com os moradores e com os lojistas, pode levar o trabalhador a

sentir-se responsável pela área e orgulhar-se de fazer bem o trabalho, como se viu numa cidade do Irão onde a recolha de resíduos primária, a varredura de ruas, a limpeza de drenos e a irrigação de árvores à beira da estrada, tudo num bairro, eram da responsabilidade de um homem.

Há uma possível desvantagem nos relacionamentos de longo prazo entre cantoneiros de limpeza e residentes. Ilustra-o a observação de que os cantoneiros de limpeza de Karachi compram e vendem o direito de trabalhar em certas áreas onde podem encontrar trabalho extra dos residentes, como, por exemplo, varrer os seus quintais [Ali, 2001]. Não há qualquer problema nisso se fizerem esse trabalho particular no seu tempo pessoal, mas, se o fizerem quando estão a varrer as ruas, a administração municipal tem o direito de se preocupar. É claro que os cantoneiros de limpeza que pagaram informalmente o direito de trabalhar numa determinada área não ficariam satisfeitos se recebessem ordens para trabalhar noutro lugar.

Determinados locais de trabalho podem ser mais populares que outros. Foi discutida a possibilidade de obter trabalho privado adicional, mas os cantoneiros de limpeza e de recolha podem preferir trabalhar em determinadas áreas onde lhes dêem algo para comer ou beber ou gorjetas, ou onde haja mais materiais recicláveis nos resíduos, com a venda dos quais possam obter um rendimento adicional. Algumas rotas de recolha podem ser mais curtas ou mais rápidas ou envolver menos caminhadas do que outras, sendo, por esses motivos, preferidas. O esvaziamento de contentores fixos e silos é mais difícil e desagradável do que carregar sacos de plástico, e os camiões abertos de taipais elevados são mais difíceis de carregar do que os compactadores de carregamento traseiro. Devido a essas diferenças, a atribuição de tarefas pode ser usada como um mecanismo de recompensa ou punição. Phang, [1996] descreveu como a transferência para um local mais distante ou uma rota menos popular foi usada para disciplinar os trabalhadores de recolha que não estavam a ter um desempenho satisfatório.

Em geral, é desejável uniformizar as cargas de trabalho das pessoas e das equipas de recolha, tanto quanto possível. As tarefas mais difíceis ou desagradáveis poderão ser compensadas por jornadas de trabalho mais curtas ou pagamentos de bónus.

12.4 DEFINIÇÃO DE TAREFAS

Na maioria das cidades, há grandes variações na densidade e disposição das habitações e, portanto, as tarefas de recolha de resíduos de diferentes áreas não podem ser idênticas. Tais variações representam um desafio para o gestor que está a

tentar garantir que as cargas de trabalho de todos os funcionários sejam equivalentes e também a procurar formas de motivar a força de trabalho.

Existem três abordagens principais para definir o trabalho que uma equipa de recolha de resíduos deve realizar em um turno;

- **Horário** – as equipas são instruídas a interromper a recolha num determinado horário e levar o que recolheram para o local de deposição final. Esse método garante que todas as equipas trabalhem aproximadamente o mesmo tempo, e pode causar congestionamento no local de deposição à medida que o fim do turno se aproxima. Isso não estimula as equipas a trabalharem intensamente. Teoricamente, seria possível vincular essa abordagem ao peso dos resíduos recolhidos e penalizar as equipas se não recolherem pelo menos uma quantidade mínima de resíduos, mas, na prática, é geralmente difícil para uma administração municipal penalizar os seus empregados, e o peso de uma carga pode ser aumentado por adição de água, pedras ou entulho.
- **Número de viagens** – cada equipa pode ser obrigada a completar um determinado número de viagens (frequentemente, duas) antes de retornar ao parque. Uma vez mais a dificuldade é que o camião pode não estar totalmente carregado. Scheu [1994] relata um caso em que uma equipa que pretendia ir para o local de deposição final decidiu, ao saber que a carga deveria ser pesada, continuar a carregar e estima-se ter adicionado cerca de 60% à carga do camião antes de considerar o trabalho de carregamento concluído e de se dirigir ao local de deposição final. Há, claramente, diferentes maneiras de definir uma carga completa!
- **Por tarefa** – Cada equipa de recolha recebe uma ordem de trabalho (uma lista de contentores a serem esvaziados ou casas a serem atendidas) que pode ser totalmente realizada dentro do tempo disponível se os membros da equipa trabalharem a um ritmo razoável. Quando terminarem a tarefa definida, já podem ir para casa. As vantagens deste procedimento são motivar a equipa a trabalhar intensamente e permitir que a área de recolha seja repartida entre as rotas, na expectativa de que cada uma destas seja totalmente coberta nos dias planeados. No entanto, é consideravelmente trabalhoso definir cada rota garantindo que cada equipa tenha uma tarefa que requeira aproximadamente o mesmo tempo e esforço. Também há o risco de que as equipas façam o trabalho a despachar para terminar cedo (por exemplo, não substituindo contentores nos lugares certos ou deixando resíduos espalhados) e continuem a usar um veículo

inseguro ou com problemas em vez de perderem tempo devolvendo-o ao parque e trocando-o por um veículo em boas condições de circulação. Uma equipa de recolha pode não estar disposta a ajudar outra equipa que tenha encontrado dificuldades imprevistas, como, por exemplo, um mau funcionamento do veículo.

Se alguma equipa reclamar que a sua tarefa é demasiado grande – eventualmente devido a congestionamento de tráfego, habitação recém-construída ou erros na definição inicial da tarefa –, os gestores devem estar prontos a investigar a sua reivindicação, observando a equipa em acção à medida que avança na sua ronda. De igual modo, se uma equipa chega sempre muito cedo, pode ser porque os seus membros estão a trabalhar muito depressa ou incorrectamente, ou porque a tarefa que lhes foi atribuída é menor que as outras. Isso pode ser verificado observando-se a equipa em acção ou trocando as equipas (mas talvez não os motoristas que conheçam bem as suas próprias rotas) para certificar se outra equipa pode trabalhar com a mesma rapidez.

Se o sistema de recolha usar contentores de rodas ou similares que sejam esvaziados mecanicamente, deve-se considerar a definição do procedimento a ser seguido se um contentor estiver a transbordar ou se houver uma quantidade considerável de resíduos à sua volta. Se a equipa de carregamento a trabalhar com um camião tiver de limpar todos os resíduos espalhados, o camião ficará parado por algum tempo enquanto essa limpeza estiver a ser feita. Para um serviço económico, o camião deve estar a funcionar (a deslocar-se ou a carregar) a maior parte do tempo possível, e, assim, a espera enquanto os resíduos espalhados são limpos pode ser uma opção cara. Além disso, se for gasto mais tempo na limpeza dos resíduos dispersos, o camião pode esvaziar menos contentores num turno e, por isso, os outros contentores não são esvaziados à frequência pretendida, o que muito provavelmente fará com que estejam a transbordar quando forem, finalmente, esvaziados, causando mais atrasos, e assim por diante - uma espiral viciosa. Nesses casos, pode ser mais rentável fornecer mais contentores ou empregar mais cantoneiros de limpeza – baseados perto dos contentores ou seguindo cada rota do camião numa bicicleta – para varrer os resíduos espalhados antes e depois de os contentores serem esvaziados.

Uma insuficiência comum entre os gestores de resíduos sólidos é a incapacidade de usar matemática simples para calcular as implicações dos custos das decisões tomadas. As decisões de gestão devem basear-se em cálculos de custos unitários (custos por tonelada ou custos por domicílio) ou produtividades (toneladas recolhidas por cantoneiro de recolha ou por veículo). Esses cálculos podem ser feitos

manualmente, usando uma calculadora de bolso, mas o uso de *software* informático com planilhas facilita cálculos repetidos à medida que os efeitos das alterações de uma ou mais variáveis vão sendo investigados. Os dados usados nesses cálculos devem ser fiáveis e razoavelmente precisos, mas, com um pouco de prática nas técnicas de estudo do trabalho, podem ser feitas medições de campo úteis observando-se as equipas de recolha no trabalho. O Anexo A3 apresenta um exemplo deste tipo de cálculo, e mais exemplos de cálculos feitos com um programa simples de planilhas, e de como podem ser usados os resultados, foram relatados por Coad [1997]. A despesa relacionada com o emprego de alguém para monitorar dessa forma as implicações dos custos será provavelmente muito menor do que o que se poupa nos custos de operação – e pode-se verificar facilmente se assim será estimando-se as poupanças nos custos e comparando-as com o salário da pessoa que está a estimar custos unitários e produtividades. Se as poupanças resultantes do seu trabalho forem menores que seu salário, podem ser transferidas para outro trabalho. Talvez até se possa interessar um estudante de pós-graduação a realizar esse trabalho como projecto de pesquisa, a custo zero.

12.5 SAÚDE E SEGURANÇA

A recolha de resíduos é uma ocupação perigosa. Há muitos tipos de risco de infecção e lesão. A prevenção de doenças e ferimentos não é apenas um dever humanitário e uma responsabilidade do empregador. Pode também elevar o moral e a motivação, reduzir custos e melhorar o serviço. No âmbito da recolha de resíduos, devem considerar-se os seguintes aspectos:

- O modelo do equipamento. Os contentores, ferramentas e carrinhos de mão devem ser projectados e mantidos de modo a serem eficientes no uso mas não exigirem esforços excessivos para os levantar ou empurrar. Também devem estar livres de bordas afiadas. Particular atenção deve ser dada a garantir que os contentores elevados mecanicamente não caíam e causem ferimentos. Deve-se considerar também a segurança viária – há triciclos que não permitem que o operador veja para onde está a ir quando estão totalmente carregados, e contentores com rodas que têm de ser puxados por um trabalhador a andar no meio de uma rua. Alguns veículos simples podem ser difíceis de ver à noite.
- O vestuário de protecção deve ser escolhido com cuidado, para que seja suficientemente confortável de usar e contribua de forma útil para a segurança do utilizador. Devem ser fornecidas luvas, botas e máscaras se os trabalhadores

puderem ser persuadidos a usá-los. Muitas vezes as roupas de segurança não são usadas, o que pode acontecer frequentemente por boas razões (como o desconforto causado pelo uso de luvas impermeáveis por um longo tempo, ou a dificuldade de pegar pequenos itens usando luvas grossas). Durante o dia os trabalhadores devem usar cores vivas; durante a noite devem usar coletes reflectores ou roupas similares.

- Casas de banho, lavatórios e vestiários devem ser fornecidos onde forem necessários e mantidos em boas condições. Deve ser realçada a importância da lavagem das mãos.
- Vacinação e exames médicos regulares são formas importantes de proteger a saúde da força de trabalho.
- Todos os acidentes e incidentes que possam ter causado ferimentos devem ser investigados, o que requer um estilo de gestão que valorize a aprendizagem muito mais do que culpar.
- Carregar resíduos é um trabalho fisicamente exigente. Os trabalhadores mais velhos devem ser transferidos para um trabalho menos extenuante, como, por exemplo, varrer a rua. Nunca se deve esperar que os cantoneiros de recolha elevem os resíduos acima da altura dos ombros, porque as alturas de carga excessivas fazem com que os resíduos lhes caiam sobre a cabeça, aumentando o risco de contrair doenças. Cantoneiros de pé sobre os resíduos nos camiões estão em sério risco de infecção.
- O treinamento é essencial para que os trabalhadores de recolha de resíduos compreendam as origens dos riscos que enfrentam e saibam como os minimizar. No entanto, o treinamento tem geralmente pouco impacto, a menos que seja reforçado por supervisão. Estes dois aspectos são discutidos nos pontos que se seguem.

Saúde e segurança devem tornar-se parte da cultura de toda a organização da gestão de resíduos sólidos, o que requer liderança e esforço do topo da hierarquia.



Foto 12.1 Uma mulher carregando um camião enquanto o motorista, do sexo masculino, descansa.

12.6 QUESTÕES DE GÉNERO

Em muitos países em desenvolvimento, os papéis que estão disponíveis para homens e mulheres estão claramente definidos. É comum descobrir-se que a varredura de ruas é feita tanto por homens como por mulheres, mas o carregamento de camiões é feito apenas por homens em muitos lugares, e somente por mulheres em alguns países, como o Vietname (Foto 12.1). No Bangladesh, são empregados meninos para recolher resíduos de porta em porta, porque os homens não poderiam entrar nos pátios de casas particulares. Normalmente, veículos que não sejam carrinhos de mão são conduzidos ou operados por homens. Algumas empresas comunitárias envolvidas na recolha e varredura de ruas em Dar-es-Salaam são administradas por mulheres e outras por homens. Em alguns países, a recolha de materiais recicláveis é feita tanto por homens como por mulheres e, noutros, é repartida consoante os materiais recolhidos - apenas homens recolhem metais, por exemplo. No Vietname, a limpeza de ruas geralmente é feita à noite, o que pode ser uma desvantagem para as mulheres, devido ao risco de assédio.

Uma tarefa importante na gestão de resíduos sólidos é informar os moradores dos serviços e desenvolvimentos e educá-los sobre as suas responsabilidades ambientais. Como as mulheres e as crianças estão mais envolvidas com os resíduos do que os homens, é essencial que sejam empregadas mulheres para transmitir as informações e ideias a mulheres e crianças. Visitar mulheres em suas casas provou ser eficaz, embora seja um método também muito demorado.

Em Aswan, no Alto Egípto, foi testado com sucesso um método de monitoria do trabalho de prestadores de serviços contratados para gestão de resíduos. Foram contratadas e treinadas mulheres para observar operações de recolha de resíduos nos seus próprios bairros e reportar as suas observações todas as tardes. Também relataram outras necessidades de infra-estrutura das suas áreas. Devido à sua identificação com os bairros onde tinham estado a trabalhar, acredita-se que elas sejam mais conscientes do que a alternativa - homens inspectores provenientes de outros bairros.

As mulheres são geralmente preferidas aos homens para emprego em departamentos que lidam com reclamações.

Enquanto nos países industrializados se podem encontrar mulheres em todos os domínios da gestão de resíduos, os papéis de género parecem ser mais definidos no mundo em desenvolvimento. Este último caso pode dever-se ao facto de os trabalhadores manuais tenderem a ser mais conservadores, mas também pode ter como causa o trabalho físico pesado que algumas tarefas requerem.

12.7 FORMAÇÃO

A formação de trabalhadores em todos os níveis é uma parte essencial de um sistema de recolha de resíduos sólidos bem-sucedido.

12.7.1 Formação de trabalhadores manuais

Os trabalhadores manuais precisam de formação em:

- Práticas seguras de trabalho - elevação, evitar a inalação de poeira, atravessar estradas, segurança ao usar equipamento de elevação ou carregamento hidráulico, uso de roupas de segurança e protecção, procedimentos que ajudem os motoristas a fazer marcha-atrás com segurança, etc.,
- políticas de trabalho, tais como tipos de resíduos que podem ser recolhidos,
- higiene pessoal e primeiros socorros básicos, e
- lidar com o público, especialmente explicando aos cidadãos irritados como podem fazer uma queixa formal.

Todos os trabalhadores manuais precisam de estar familiarizados com essa informação básica. Como não é possível dar essa formação a pessoal temporário no período da manhã, quando é solicitado que iniciem o trabalho, deve haver um grupo de trabalhadores temporários que já tenham feito a formação e que possam ser convocados para constituírem o número de cantoneiros de limpeza e cantoneiros de recolha a curto prazo.

Os que trabalham na gestão de resíduos há longa data podem nunca ter tido formação sobre esses tópicos. Valeria a pena dar-lhes também essa formação, bem como cursos de actualização em intervalos regulares.

É desejável que os funcionários que tiverem participado nas sessões de formação sejam testados para mostrarem do que se lembram e o que compreenderam. Como podem ser analfabetos, não seria apropriado um teste escrito. Seria, no entanto, possível dar-se um teste de escolha múltipla com base numa apresentação em vídeo, se não, os formandos poderão ser entrevistados ou submetidos a um exame oral.

12.7.2 Formação de motoristas

Os motoristas devem participar nos mesmos cursos de formação que os trabalhadores manuais, mas também necessitam de informação adicional, incluindo:

- realizar verificações diárias no veículo e o que fazer se forem detectadas deficiências,

- conduzir de forma a não causar desgaste fora do normal,
- procedimentos seguros de marcha-atrás
- condução em terreno macio (se estiver a descarregar resíduos num local de deposição final),
- o que fazer em caso de avaria, acidente ou furo,
- uso de equipamentos de comunicação (se houver), e
- primeiros socorros.

Em alguns casos, os motoristas também são responsáveis como encarregados das operações da equipa de recolha com que trabalham. Para prepará-los para essa responsabilidade adicional, também precisariam de formação sobre os seus próprios direitos e obrigações e os dos membros da sua equipa, bem como sobre os requisitos relacionados com a produção de relatórios.

12.7.3 Formação para mecânicos, electricistas e comerciantes qualificados

A formação para estes ofícios em escolas de formação profissional pode ser de qualidade variável, pelo que é muitas vezes necessário contar com treinamento no local de trabalho. Infelizmente, isso geralmente é tomado como significando ir buscar ferramentas e assistir ao “formador” em vez de experiência prática supervisionada. A formação prestada pelos fabricantes quando novos tipos de equipamento são adquiridos deve ser dada aos trabalhadores que dela necessitem e que a irão utilizar. Se a formação for no exterior, por vezes acontece serem enviadas pessoas erradas porque a oportunidade de viajar para o exterior é vista como uma recompensa.

12.7.4 Formação para gestores, engenheiros e técnicos

Devido às muitas diferenças entre a gestão de resíduos sólidos em países industrializados e em países em desenvolvimento, é importante que a formação profissional seja apropriada às condições em que os formandos estão a trabalhar (ver ponto 1.3). A formação adequada para países industrializados, onde as características dos resíduos são muito diferentes, pode resultar na selecção de equipamento inadequado (e, portanto, ineficiente e ineficaz), e num grande desperdício de dinheiro.

A formação deve criar a autoconfiança – bem como o conhecimento dos formandos – para que sejam capazes de argumentar contra qualquer proposta inadequada que possa ser feita por consultores internacionais sobre a selecção de equipamentos e a concepção de sistemas de recolha. Além disso, a formação não deve concentrar-se apenas na concepção e planificação, mas conter uma grande parte de orientação prática sobre a gestão, operação e manutenção

de sistemas e obtenção do melhor desempenho possível da força de trabalho. Um aspecto adicional e importante deverá ser apresentar uma perspectiva sociológica, para persuadir os gestores dos benefícios de uma maior consciencialização pública e um mais elevado grau de participação pública.

Os cursos de formação são apenas uma fonte de conhecimento profissional, e provavelmente têm maior impacto na quantidade de informação que uma pessoa tem do que na maneira como realiza o seu trabalho. Muito pode ser aprendido com um superior ou colega que dê um bom exemplo e esteja pronto a responder a qualquer pergunta – até mesmo a questões que alguns possam considerar “estúpidas”. Podem ser obtidos conhecimentos práticos úteis de reuniões de colegas e, por essa razão, as associações profissionais podem ser muito valiosas – desde que os funcionários sejam dispensados para participar nelas. A transmissão de informação útil é muito maior se todos os envolvidos estiverem prontos a aceitar e admitir erros, decepções e fracassos. Se todas as iniciativas e empreendimentos são apresentados como plenos sucessos (quando não o foram), o fluxo de informação útil é impedido.

Os cursos de formação raramente mudam o comportamento. Quando combinados com supervisão e acompanhamento, o seu efeito pode ser muito maior.

12.8 SUPERVISÃO

A supervisão é necessária para uma maior segurança e eficiência e para promover boas relações públicas.

12.8.1 Segurança

Todos os motoristas e trabalhadores manuais devem ter participado em acções de formação sobre questões de segurança, o que não garante, no entanto, que pratiquem sempre o que lhes foi dito. Podem ter esquecido muito do que aprenderam ou podem não estar dispostos a seguir instruções, por várias razões. A supervisão é necessária para reforçar o treinamento.

Muitos dos riscos enfrentados pelos trabalhadores de recolha de resíduos estão associados a veículos - acidentes de trânsito ao atravessar estradas, acidentes com trabalhadores ou o público quando os veículos estão em marcha-atrás e acidentes envolvendo equipamento hidráulico em camiões de recolha. Os supervisores devem estar alerta a tais riscos e tratar como grave qualquer comportamento que possa aumentá-los. A questão do vestuário de protecção é relevante neste aspecto. Durante o trabalho nas ruas os trabalhadores devem sempre usar coletes ou casacos de alta visibilidade e sapatos fortes. Outros requisitos devem ser

cuidadosamente considerados. O uso de luvas durante o dia de trabalho parece ser aconselhável, mas alguns tipos de luvas são muito desconfortáveis se usados por longos períodos, e podem, inclusivamente, causar problemas de pele. A selecção de um tipo adequado de luvas deve envolver negociação e compromisso para garantir que o tipo escolhido seja aceitável para aqueles que o devem usar, garantindo pelo menos algum grau de protecção. Embora o uso de máscaras contra poeira possa ser benéfico, a maioria dos trabalhadores manuais não está disposta a usá-los por longos períodos. Tanto quanto possível, os métodos de carregamento devem ser concebidos de forma que os trabalhadores tenham um contacto mínimo com poeira e esporos de fungos.

Os procedimentos utilizados para a marcha-atrás de veículos, particularmente em locais de deposição final, devem ser rigorosamente reforçados pelos supervisores. Essa é uma causa comum de acidentes, especialmente porque os catadores geralmente saltam para os camiões antes destes pararem e tentam ser os primeiros a aceder aos resíduos quando são descarregados. Os cantoneiros de recolha devem ser regularmente lembrados pelos seus encarregados dos perigos associados aos mecanismos de carregamento dos camiões compactadores.

12.8.2 Eficiência

É infelizmente verdade que os hábitos de trabalho dos cantoneiros de recolha e cantoneiros de limpeza são frequentemente caracterizados por baixa velocidade, longos intervalos e turnos de trabalho reduzidos. É necessário que haja formas de motivar as equipas dos camiões. Embora incidências de grande descuido, negligência ou agressão possam ser punidas, é difícil punir a preguiça generalizada e endémica. As equipas podem ser motivadas pelo sistema por tarefa (ponto 12.4), por competições (embora seja difícil comparar o desempenho quando cada rota de recolha é diferente) e pelo medo de ser transferido para uma rota menos popular (ponto 12.3). Pode haver algum benefício em ter-se um bónus baseado nos resultados de uma avaliação regular de satisfação do cliente, mas muitas vezes é difícil conceder bónus no sector público devido a regulamentações, e os bónus vão-se geralmente transformando em pagamento esperado e regular, perdendo o seu impacto.

Motoristas, mecânicos e funcionários administrativos, cujos trabalhos exigem que preencham formulários e mantenham livros de registo e outros registos, podem ser estimulados a relatar com precisão se souberem que um gestor está a verificar os seus registos e a responder ao que está neles escrito. Por outro lado, se pensarem que ninguém olha para os seus registos e relatórios, é provável que sintam que esses documentos não têm valor e, por isso, se tornem des-

cuidados nos relatórios.

Os mecânicos podem ser motivados por estatísticas mensais que resumam o seu desempenho, expressas talvez como o número médio de dias necessários para consertar um veículo ou o número total de dias perdidos devido a reparações e manutenção. No entanto, se os atrasos na reparação de veículos forem causados por factores fora do seu controlo, como a falta de peças sobressalentes, essa informação não terá efeito motivacional. Descreve-se no Anexo A2 um sistema para calcular os custos adicionais “fora-de-serviço” causados por atrasos na conclusão das tarefas de manutenção e atribuir estes custos à pessoa responsável. Isso pode ajudar os trabalhadores e gestores a perceberem como qualquer desempenho inadequado da sua parte contribui para custos de gestão de resíduos. Os motoristas podem ser motivados se estiverem sempre a conduzir o mesmo veículo e se for exibido o número de dias decorridos desde o último acidente ou avaria – embora isso possa desencorajá-los de relatar acidentes.

Factores de fundo também podem ajudar a criar ou destruir a motivação. Uma gestão activa, que partilhe informação, trabalhe intensamente para garantir que os veículos sejam mantidos em boas condições e ouça as preocupações e sugestões dos funcionários terá mais probabilidade de ter uma força de trabalho motivada do que uma organização casual e ineficaz. Devem ser feitos esforços para elevar o estatuto dos trabalhadores da gestão de resíduos aos seus próprios olhos e aos olhos do público.

A motivação e a eficiência podem aumentar quando as folhas de pagamento, os registos de presença e a participação activa são verificados. Alguns grandes departamentos de gestão de resíduos têm nas suas folhas de pagamento “trabalhadores fantasmas” que, na verdade, não existem. Podem ser nomes de ex-funcionários que já se aposentaram ou faleceram. Graças a esses “fantasmas”, alguém está a ser pago sem fazer nenhum trabalho. Também pode haver trabalhadores que assinem ou respondam à chamada (ou peçam a um amigo para o fazer em seu nome), mas que não façam qualquer trabalho. Encarregados que não relatem essas ausências devem ser disciplinados. Membros da equipa que não trabalham têm um enorme efeito no resultado do trabalho da sua equipa porque fazem com que os outros percam vontade de trabalhar. Uma vez mais, o encarregado é obrigado a agir.

12.8.3 Relações públicas

Moradores e lojistas podem desempenhar um papel importante na supervisão de operações de gestão de resíduos sólidos que ocorram em áreas urbanas. (Por exemplo, podem ser solicitados para monitorarem o uso de um contentor de rua perto das suas instalações e relatarem quaisquer

problemas.) A fim de beneficiarem dessa oportunidade, as organizações de gestão de resíduos devem dar passos decisivos para construir pontes com o público.

São passos pró-ativos treinar todos os funcionários em como falar com os membros do público, dando uma boa imagem através da aparência do pessoal (uniformes limpos) e veículos (mesmo os carrinhos de mão devem ser pintados, estar limpos e em boas condições) e tomando a iniciativa de divulgar progressos e conquistas nos meios de comunicação social populares.

O principal passo de resposta é lidar com as reclamações de forma rápida e eficaz, mantendo a pessoa que fez a reclamação informada da acção tomada em resposta à sua reclamação. Reclamações – e elogios – do público devem ser encorajadas. Cada funcionário deve ser obrigado a usar permanentemente um crachá de identificação para que as pessoas que fazem reclamações possam identificar indivíduos que sejam culpados de má conduta. Os supervisores estão frequentemente envolvidos em visitas a residentes e lojistas que tenham feito reclamações, e esse contacto pessoal deve ser valorizado como um meio para construir relacionamentos positivos com os membros do público. As reclamações podem ser usadas para orientar supervisores e inspectores no que respeita a onde concentrarem os seus esforços.

12.8.4 Outros comentários em matéria de supervisão

O transporte e a comunicação são dois fatores-chave que influenciam bastante a eficácia dos encarregados e supervisores. Até mesmo uma bicicleta pode fazer uma grande diferença no número de cantoneiros de limpeza pelos quais um encarregado pode ser responsável. (Em Mumbai havia um encarregado por cada equipa de veículo e ele ia no camião [Scheu, 1994]. A falta de independência do encarregado e a sua estreita relação com a equipa podem ter-lhe dificultado a tarefa de dar e impor instruções que eram contra a vontade e opiniões da equipa.) Um telefone celular pode ser um grande trunfo para informar os encarregados e supervisores das situações que precisam da sua atenção.

Às vezes, são definidas restrições nos telefones celulares de maneira a só poderem ligar para determinados números; dessa forma, os telefones cedidos para actividades oficiais não podem ser usados para fazer chamadas pessoais. Também são usados rádios bidireccionais, mas, por serem caros, apenas podem ser distribuídos à equipa de operações sénior.

É comum os cantoneiros de recolha separarem os itens recicláveis dos resíduos enquanto carregam um camião, e venderem os itens que recuperam a revendedores no local de deposição final. Esta é uma prática generalizada, apesar de as equipas serem instruídas a não executá-la. Em vez de se tentar impor uma regra que muito raramente é obedecida, talvez seja melhor negociar-se um método de separação de materiais recicláveis que cause o menor atraso na operação.

Outra norma comum que é difícil de aplicar é a proibição de pedir gorjetas a moradores e lojistas. Se se pretender que esta norma seja estritamente respeitada, deve-se dá-la a conhecer ao público, pedindo-se que notifique o departamento de gestão de resíduos sólidos caso sejam solicitados pagamentos extras.

Observar as operações e ver as dificuldades enfrentadas pelos cantoneiros de limpeza e de recolha traz grandes benefícios. Os supervisores e encarregados podem ser os olhos do departamento, desde que sejam estimulados a procurar formas de melhorar a segurança, a eficiência e a imagem pública do trabalho, que tenham reuniões regulares com os gestores e que a administração esteja pronta a ouvir e agir sobre o que têm a dizer.

Resumo

- Devido à dimensão da força de trabalho, aos baixos níveis de alfabetização e ao baixo estatuto do trabalho, os desafios colocados pela gestão da força de trabalho são eventualmente maiores na gestão de resíduos sólidos do que em outros serviços. Motivação e eficiência são os objectivos.
- Arranjos organizacionais inadequados podem ter um sério impacto no desempenho.
- Os membros do público (que também são os clientes e o eleitorado) estão muito conscientes de quaisquer deficiências no serviço de recolha. As relações públicas são um aspecto das responsabilidades do gestor que muitas vezes é negligenciado.
- A recolha de resíduos sólidos é uma ocupação perigosa, com riscos para a saúde, também decorrentes de acidentes de tráfego e elevações. Formação e supervisão podem ajudar a reduzir os riscos.

A1.1 PORQUE SÃO NECESSÁRIOS DADOS OPERACIONAIS?

A leitura de propostas e relatórios de consultores que se debruçam sobre a melhoria dos sistemas de recolha de resíduos revela frequentemente que a maioria dos esforços na recolha de dados está centrada em inquéritos aos agregados familiares sobre a quantidade e composição dos resíduos. Além disso, esses dados sobre a composição dos resíduos têm, frequentemente, muito pouco impacto sobre as recomendações finais. Essa observação leva à conclusão de que, ao planear a recolha de dados, é importante considerar-se, em primeiro lugar, a maneira como os dados serão usados para que (i) possa ser determinado o método mais apropriado de recolha de dados (incluindo localização e grau de precisão), e (ii) não sejam desperdiçados tempo e recursos na recolha de dados que não têm influência significativa nos resultados e modelos. A importância dos dados sobre a densidade dos resíduos e as directrizes sobre a recolha de dados relativos à geração e densidade dos resíduos foram já discutidos no ponto 3.2. Além da recolha de informação relevante e fiável sobre a densidade e as quantidades de resíduos locais, muitas vezes é importante recolherem-se dados sobre as operações de recolha de resíduos.

Os dados relativos às operações de recolha de resíduos dizem respeito a custos e ritmos de trabalho ou produtividade⁴⁵. Esta informação pode ser usada para vários fins, incluindo:

- **Avaliação do sistema actual** – Esta avaliação pode ser necessária para se procurarem formas de melhorar a eficiência do método e organização actuais da recolha de resíduos, o que pode envolver a modificação dos métodos de recolha usados, aumentando a percentagem do tempo em que as equipas de recolha estão a trabalhar de forma produtiva ou investigando os efeitos da alteração das horas de trabalho, do tamanho da equipa ou do número de turnos trabalhados por dia.
- **Expansão do sistema actual** – Para estimar os recursos que seriam necessários para expandir o serviço de recolha para novas áreas, pode ser preciso conhecerem-se as

produtividades de trabalho médias e as velocidades de deslocação que estão a ser actualmente alcançadas.

- **Determinação da tarefa para cada equipa** – É dada a cada veículo e respectiva equipa uma área para recolha, e cada área tem características diferentes, tais como diferentes tipos de habitação, diferentes problemas de acesso e diferentes distâncias a cobrir. Também pode haver diferentes métodos de recolha usados em diferentes partes de uma cidade. Para distribuir o trabalho de recolher os resíduos de uma cidade inteira pelas equipas e veículos de forma equitativa e maximizar as produtividades tanto dos veículos como da força de trabalho, deve haver informação operacional sobre o trabalho envolvido em cada bairro.
- **Comparação de sistemas alternativos propostos** – Este livro mostrou claramente que existem muitos sistemas possíveis de recolha de resíduos e diferentes tipos de contentor de armazenamento, transporte e conceito de estação de transferência que devem ser considerados quando se está a propor um novo sistema. Na maioria das localidades, pode haver várias combinações possíveis de organização e equipamentos que sejam viáveis e apropriadas. A melhor maneira de comparar essas opções e seleccionar as melhores passa pela comparação do custo unitário de cada uma, conforme ilustrado no Anexo A3. É necessária uma ampla gama de dados para estimar os tempos, produtividades e custos com precisão suficiente para tal comparação, em particular quando não há experiência local de alguns dos sistemas que estão a ser propostos. Talvez se possam colectar dados de outras cidades que estejam a usar o equipamento ou sistema específico, ou operar um novo sistema por um curto período de tempo, em carácter experimental. Se para calcular os custos forem usadas estimativas não baseadas em observações de campo, é aconselhável investigar-se a influência da variação do valor dessas estimativas no resultado final, de modo que se possam estimar mais cuidadosamente os dados que têm grande impacto no custo unitário final. Conforme discutido no Anexo A3, é de grande utilidade um modelo computacional simples para determinar o impacto de uma mudança em qualquer variável a ser inserida numa análise de sensibilidade.
- **Definição de um novo sistema** – Depois de seleccionada a melhor opção, é necessário dimensioná-la em detalhe, considerando uma ampla gama de parâmetros

⁴⁵ Em relação à gestão de resíduos, produtividade normalmente significa a quantidade de resíduos (peso ou volume) que é manuseada por uma pessoa ou uma máquina num determinado período.

relativos à especificação de equipamentos, à afectação da força de trabalho e à localização. Antes que o projecto detalhado do sistema seja finalizado, é aconselhável operar-se o sistema proposto em pequena escala, usando um ou dois veículos para colectar dados operacionais e verificar as premissas consideradas na fase de projecto. O projecto detalhado de um sistema inclui o tamanho e o perfil da força de trabalho, tipos, tamanhos, números e localizações dos contentores, tipos, tamanhos e números dos vários modelos de veículos, localização, tipo, tamanho e peças desenhadas dos pontos ou estações de transferência, bem como a parte da área e os geradores a serem servidos nas alocações de trabalho para cada veículo e equipa.

A recolha de dados sobre velocidades e produtividades é conhecida como estudo do trabalho (também estudo de tempo e movimento). Como mencionado no ponto 9.1, o estudo do trabalho pode ser repartido em duas vertentes - estudo do método e medição do trabalho. A Caixa A1.1 fornece algumas orientações práticas sobre a recolha de dados do estudo do trabalho.

O que se segue neste anexo está distribuído por três pontos. O ponto 1.2 lista os tipos de informações que podem ser colectadas num exercício de estudo do trabalho. O ponto seguinte menciona outros tipos de dados que são úteis no

planeamento e na monitoria de operações. Finalmente, o ponto A1.4 lista muitas das formas possíveis de utilização de dados operacionais.

A1.2 DIRECTRIZES PARA UMA PESQUISA DE ESTUDO DO TRABALHO

Os dados colectados nesse tipo de pesquisa podem ser usados para avaliar a eficiência do serviço de recolha existente e fornecer os dados de custos de capital e operacionais (mão-de-obra, combustível e manutenção) para diferentes alternativas de recolha e transferência a serem consideradas. O procedimento aqui delineado pode ser replicado para os diferentes tipos de veículos actualmente em uso e para diferentes áreas de recolha. A lista que se segue sugere a informação que pode ser colectada e dá explicações sobre o seu significado. A selecção da informação colectada depende da finalidade do estudo do trabalho e do sistema em estudo.

- a) O número de fabrico e da frota (ou número de matrícula) do camião a ser estudado. Esta é a ligação para os registos do veículo que fornecem informação detalhada sobre o veículo, incluindo a sua vida económica e custo estimados, e o seu tamanho e tipo.

Caixa A1.1

Informação Adicional

Algumas dicas sobre a recolha de dados para um estudo do trabalho

A maioria dos dados do estudo do trabalho é recolhida observando as pessoas a trabalhar. Normalmente não é possível observá-las a trabalhar sem que estejam cientes de que estão a ser observadas. (Se os trabalhadores forem observados sem estarem cientes disso, e mais tarde descobrirem que foram observados dessa forma, pode-se criar uma atmosfera de desconfiança e problemas para a gestão.) Portanto, é necessário que se informem os empregados de que serão observados em relação aos propósitos do estudo do trabalho e que se obtenha o seu acordo para participar no exercício. Se os trabalhadores forem membros de um sindicato, é importante discutir-se o exercício com os líderes do sindicato para se incentivarem os seus membros a participar.

Os dados que são recolhidos devem reflectir uma maneira de trabalhar que seja razoável. Por vezes os trabalhadores podem trabalhar a um ritmo muito elevado quando estão a ser observados por recearem que, de outro modo, possam perder os seus empregos, por serem considerados preguiçosos ou incapazes de fazer o trabalho. Noutras circunstâncias, os empregados podem trabalhar mais lentamente do que o normal por perceberem que o facto de estarem a ser observados determinará até que ponto serão solicitados no futuro, e que uma baixa produtividade no exercício de estudo do trabalho resultará em menos trabalho nos anos seguintes. Para compensar estas tendências, pode ser necessário ajustar os números que são recolhidos para que eles reflectam um ritmo

de trabalho razoável. Talvez seja também possível controlar com registos de operações de semanas anteriores (usando o livro de registos do aterro, por exemplo, para mostrar o número de viagens conseguidas por dia pelas equipas em estudo e a quantidade de resíduos recolhidos) para assinalar se o que foi observado era o ritmo típico de trabalho.

Tal como acontece com outros exercícios de recolha de dados, é importante reflectir-se sobre que elementos informativos são necessários, para não se desperdiçar tempo nem esforço recolhendo informação que não seja útil. O registo de operações de uma equipa de recolha de resíduos pode ser, por vezes, muito intenso, pelo que pode não haver tempo suficiente para registar informação sobre todos os aspectos do trabalho. É útil considerarem-se as observações do primeiro dia como um exercício para poder melhorar as técnicas e os formulários usados no registo de dados com vista a adaptá-los à maneira de trabalhar particular e às condições locais. Em alguns casos pode ser útil ter alguém que fotografe dificuldades operacionais e métodos de trabalho, bem como, eventualmente, até onde os contentores e veículos são enchidos.

O observador deve interagir com as equipas o mínimo possível. Só devem ser dadas instruções à equipa em caso de sério risco de acidente. Em alguns casos pode ser necessário fazer o condutor dirigir-se a uma báscula (no fim da etapa de recolha para que a quantidade recolhida seja típica). No entanto, pode ser útil, no final do turno (evitando causar atrasos que afectem os tempos observados), pedir aos cantoneiros de recolha e aos motoristas as suas sugestões sobre o melhoramento do método de trabalho, bem como a sua justificação para realizar determinadas tarefas da forma como foram observadas.

- b) A altura de carregamento. Deve ser medida com uma fita métrica. É uma característica importante de um camião de recolha de resíduos que pode não ser mostrada nas especificações do veículo. A altura de carregamento afecta a taxa de carregamento de um camião, tendo também implicações na saúde dos cantoneiros de recolha (ver Foto 7.10).
- c) Muitas vezes, é importante conhecer-se o volume da parte de transporte de carga da carroçaria. É geralmente fácil medir as dimensões de carroçarias não compactadoras usando uma fita métrica para calcular os seus volumes, mas o volume de camiões compactadores é mais difícil de determinar porque do volume bruto da carroçaria deve ser deduzido o espaço ocupado pelo mecanismo de compactação e pela placa ejectora (Figura 7.36).
- d) Consumo de combustível. Medir o consumo de combustível usando o indicador de combustível da cabine não é suficientemente preciso, pelo que o melhor procedimento é encher o depósito até cima e registar a quantidade de combustível que é dispensada pela bomba da estação de combustível no final do turno para repor o combustível até ao nível que tinha no tanque. Informações fiáveis sobre o consumo de combustível são úteis não apenas para calcular os custos, mas também para verificar o roubo de combustível por motoristas ou pelo pessoal do parque de viaturas. O consumo de combustível também pode dar alguma indicação do estado do motor e dos hábitos de condução.
- e) Anote os quilómetros registados no odómetro do camião em estudo. Em algumas cidades, é frequente os odómetros não estarem a funcionar. Embora isso possa dever-se ao desgaste, também é possível que sejam desconectados ou danificados deliberadamente para se poder tirar combustível do tanque e vendê-lo com menos hipóteses de se ser detectado, por não se poder associar pedidos de combustível a distâncias percorridas. A distância percorrida numa ronda de recolha é necessária para calcular as velocidades médias que são usadas ao planear a recolha de outras áreas onde as distâncias são significativamente diferentes.
- f) Anote a hora em que o turno começa e o momento em que o camião sai realmente do respectivo parque. O camião pode apanhar a sua equipa antes de partir do parque ou ir até um ponto de encontro ou estrutura administrativa do bairro para ir buscar a equipa ou receber instruções. Anote qualquer motivo para atrasos na partida (tais como esperar pela equipa, reabastecer ou obter aprovação do supervisor). Os impactos desses atrasos nos custos podem ser investigados posteriormente.
- g) Anote o tamanho da equipa. Os funcionários que acompanham o motorista podem ter as mesmas funções. Por outro lado, um pode ser um encarregado, outro pode ser responsável por operar o mecanismo de carregamento, etc. Durante o turno, pode ser apropriado contar a equipa de tempos em tempos para verificar se todos estão a trabalhar o tempo todo.
- h) Cada camião tem o seu próprio supervisor? Se não, por quantos camiões é responsável o supervisor? O custo da supervisão deve ser incluído no cálculo dos custos. Pode ser apropriado tirar algumas notas sobre como trabalha o supervisor.
- i) Anote a hora de chegada ao primeiro ponto de recolha bem como a leitura do odómetro quando o carregamento começa. (A velocidade média do veículo pode ser vista como tendo três valores diferentes - (a) ao viajar do parque para a área de recolha e outros movimentos em área urbana, (b) ao viajar de um ponto de recolha para outro, e (c) viajando fora da área urbana até o local de deposição final.)
- j) Para alguns fins, pode ser útil registar-se a hora em que o camião pára em cada ponto de recolha e quando sai. Também pode ser útil registar-se a estimativa da quantidade de resíduos que é carregada em cada ponto, talvez contando os sacos plásticos ou registando até que ponto os contentores comunitários estão cheios.
- k) Observe e cronometre as actividades da equipa - carregando, procurando recicláveis, fazendo intervalos, conversando com o público, etc. Quando o camião estiver a ser carregado, observe se toda a equipa está a trabalhar activamente ou se os seus elementos estão a obstruir-se frequentemente uns aos outros. Anote as diferentes tarefas envolvidas no carregamento do camião e veja como são partilhadas entre os cantoneiros de recolha (por exemplo, com um camião aberto, é sempre a mesma pessoa que está no camião para receber os resíduos e distribuí-los?). Anote quaisquer riscos para a saúde ou

Se a inclinação da superfície superior dos resíduos for razoavelmente uniforme, o volume pode ser estimado assumindo-se que os resíduos podem ser nivelados com a altura dada por $x = y / 3$.

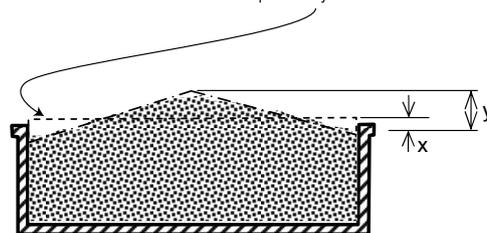


Figura A1.1 Método para estimar a altura média dos resíduos amontoados na carroçaria de um camião aberto ou reboque.

segurança que possam ser evitados. Esta informação pode indicar se seria mais eficiente uma maior ou menor equipa.

- l) Observe como a equipa se desloca entre os pontos de recolha e os riscos que enfrenta - Em caso de um acidente de trânsito ou de contacto com os resíduos. Os elementos da equipa andam na cabine ou compartimento da tripulação, em pequenas plataformas na parte de trás do camião ou nos resíduos?
- m) Depois de colocada a última carga no camião, anote a distância percorrida (leitura do odómetro) e a hora, e estime o volume no camião. O camião está a carregar a sua capacidade de carga total ou está sobrecarregado? (É muito difícil medir o volume de uma carga amontoada. Se a forma da parte superior dos resíduos for razoavelmente regular, e a superfície do ponto mais baixo ao ponto mais alto for quase uma linha recta, o volume dos resíduos pode ser estimado considerando-se que, se se tornasse a superfície horizontal, a altura seria um terço da altura do ponto mais alto acima do ponto mais baixo. [Figura A1.1]).
- n) Se a carroçaria for aberta, observe se a carga está coberta com uma lona ou rede, veja quanto tempo leva cobrir a carga e os riscos que os cantoneiros correm para estender e fixar a cobertura. À medida que o veículo se deslocar para o aterro ou para a área de transferência, observe se algum resíduo voou do camião ou reboque.
- o) Anote a distância percorrida até ao local de deposição final ou estação de transferência (leitura do odómetro) e a hora de chegada ao ponto de descarga. (Se o camião parar num negociante de resíduos reciclados, anote os tipos, quantidades e valor dos materiais recuperados e o tempo que demorou).
- p) Estime uma vez mais o volume de resíduos na carroçaria do camião e avalie em quanto foi reduzido, bem como quanto aumentou a densidade durante a viagem.
- q) Se houver uma báscula no local de deposição final, anote o peso da carga. Se não houver nenhuma báscula no local, pode haver, como alternativa, uma balança comercial na localidade que possa ser usada para pesar algumas cargas típicas como estudo separado. Pese cargas de zonas de diferentes rendimentos e estime o volume de cada carga.
- r) Anote o tempo gasto no local de deposição final ou estação de transferência e os motivos de quaisquer atrasos. Anote quaisquer observações relativas a quaisquer problemas operacionais ou riscos de ferimentos relacionados com a operação de descarga (por exemplo, se as rodas do veículo patinam muito ao deslocar-se sobre os resíduos).
- s) Anote o tempo e a distância de regresso à área de recolha ou ao parque do veículo.

- t) No final do dia, reabasteça o tanque de combustível do camião até ao topo e anote quanto combustível foi usado, juntamente com a leitura do odómetro.

Estas observações podem ser repetidas para o mesmo percurso e veículo para ver se o primeiro dia não foi anormal. É de esperar que o primeiro dia após o fim de semana (se o serviço de recolha não for prestado sete dias por semana) seja diferente dos outros dias úteis, pois há resíduos extra a serem recolhidos.

É útil confrontarem-se as observações com quaisquer outros registos operacionais disponíveis, como, por exemplo, registos da portaria ou da báscula do aterro, ou os horários em que os veículos reportam ao parque no final de um turno. Ao fazer-se a comparação dos dados registados a partir da observação com os registos diários, pode-se concluir se o trabalho observado foi executado como normalmente, e obter uma apreciação das variações que ocorrem no dia-a-dia.

A1.3 OUTROS TIPOS DE DADOS OPERACIONAIS

A1.3.1 Informação sobre o local

Observe a área de recolha a ser estudada e estime as percentagens de habitantes de baixo, médio e alto rendimento. Se for possível determinar o número de habitações atendidas pela rota de recolha que foi estudada, esse valor pode ser usado para calcular uma taxa de geração aproximada.

É importante conhecerem-se as distâncias desde as áreas de recolha mais próximas e mais afastadas até ao local de deposição final ou transferência, pois os tempos de viagem podem ter um impacto significativo na produtividade do veículo.

A1.3.2 Informação relacionada com veículos específicos

Devem ser verificados os registos no parque das viaturas para se obter informação sobre o veículo observado, incluindo a idade, a vida útil esperada e o valor gasto com reparações e manutenção desse camião durante os três anos anteriores. Também pode haver mais informação útil, como o seu tamanho e carga útil.

A1.3.3 Custos

O melhor critério para comparar sistemas diferentes ou avaliar melhorias num sistema existente é calcular o custo unitário - o custo de recolher uma tonelada ou um metro cúbico de resíduos. São apresentados no Anexo A3 dois exemplos desses cálculos de custos. São aqui listados os principais custos:

- Os salários pagos aos cantoneiros de recolha e motoristas não são os únicos custos de mão-de-obra. A estes devem ser adicionados outros custos de emprego, tais como quaisquer subsídios e benefícios adicionais, os custos de substituições durante licença por doença e licença remunerada, quaisquer custos de seguro social e despesas gerais para cobrir a supervisão e administração associadas a cada empregado.
- Os custos operacionais do veículo incluem o custo do combustível e os custos de manutenção.
- O custo de possuir o veículo e outro equipamento requer informação sobre o custo inicial do veículo e equipamento associado (contentores, por exemplo), o número de anos que se espera que sejam rentáveis, a provisão para veículos extras (ou em espera) para que o serviço de recolha possa prosseguir quando o veículo não estiver operacional devido a manutenção e reparações. Também pode ser necessário conhecer a taxa de juro aplicável ou o custo de oportunidade do capital (ponto 10.3.2).
- Os dados do estudo do trabalho e os custos unitários podem ser usados para mostrar o impacto das técnicas de gestão, incluindo bónus e outros sistemas de incentivo, melhor planeamento de rotas e manutenção preventiva.
- Os custos unitários também podem ser usados para comparar os sistemas de recolha, incluindo o tipo de contentor usado, o ponto e a frequência de recolha, e o efeito do trabalho em turnos duplos em vez de turnos únicos, bem como o uso de estações de transferências.

A1.4 APLICAÇÕES DOS DADOS OPERACIONAIS

O estudo do trabalho e outros dados operacionais podem ser utilizados para calcular muitos resultados úteis passíveis de serem usados para monitorar, avaliar e melhorar sistemas existentes, bem como para comparar os benefícios de novos sistemas. Eis alguns exemplos:

- As velocidades médias são úteis quando se considera fazer a recolha durante o dia ou à noite e ao estimar o impacto da localização de um novo aterro a uma maior distância das fontes de resíduos.
- Os dados de consumo de combustível podem ser usados para verificar se o combustível está a ser roubado.
- Os tamanhos e tipos de camiões mais económicos e os tamanhos ideais das equipas podem ser determinados comparando os custos unitários.
- As cargas reais de resíduos podem ser comparadas com a capacidade de carga nominal do veículo (o peso bruto específico do veículo [PB] indicado pelo fabricante, do qual é subtraída a tara do veículo vazio incluindo o combustível e a equipa).

MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO EQUIPAMENTO DE RECOLHA

A2.1 PONTOS-CHAVE

O programa de manutenção preventiva descrito neste Anexo foi criado para uma grande oficina de manutenção de uma ampla variedade de diferentes tipos de equipamento, com um total de mais de 100 veículos.

Cada pessoa envolvida num programa de manutenção preventiva tem tarefas específicas que fazem parte do sistema de monitoria geral. Cada uma das funções descritas é essencial para o funcionamento eficiente e fiável de uma oficina municipal. Este programa pode ser adaptado para uso em oficinas menores, combinando duas ou mais funções numa única ficha de verificação, tornando-as responsabilidade de uma pessoa. As várias fichas de verificação e manutenção incluídas neste Anexo podem ser usadas como uma lista de verificação para a criação de um sistema apropriado para qualquer situação particular, assegurando que nenhuma verificação seja omitida. Os dados resultantes dessas verificações devem ser disponibilizados às autoridades municipais ou outras autoridades competentes, para que possam tomar decisões informadas sobre os orçamentos operacionais e financeiros necessários para as suas situações específicas e por ocasião da aquisição de novos equipamentos.

Nunca é demais salientar a importância de um programa de manutenção preventiva adequado para o funcionamento eficiente de um veículo, e como tal programa pode reduzir tanto os custos operacionais como os custos financeiros, minimizando os tempos *fora-de-serviço* (as imobilizações) e maximizando a vida do veículo. Uma parte importante de um programa de manutenção preventiva é prevenir falhas e evitar que um problema menor (como um parafuso solto, por exemplo) se transforme numa situação grave que exija reparações ou peças sobressalentes dispendiosas. Um problema como uma fuga de óleo ou uma ruptura numa mangueira de entrada de ar, que por si só é um problema menor, pode resultar numa avaria de todo o motor, da transmissão ou hidráulica, se não for detectado a tempo. O sistema alerta previamente para qualquer necessidade de peças sobressalentes para que possam ser adquiridas antes de serem realmente necessárias.

Cada pessoa no programa de manutenção recebe um horário de trabalho definido e, se não executar correctamente as suas tarefas agendadas, isso será identificado e destacado pelo seu superior imediato. Assim, é possível responsabilizar-se um mecânico por qualquer avaria do veículo ou outro mau

funcionamento causado por falta de diligência da sua parte. No entanto, se cada um desempenhar as suas funções conforme estabelecido na sua ficha de trabalho particular, ele(a) não poderá ser responsabilizado por nenhuma avaria do veículo nem por imobilizações excessivas.

O sistema inclui um custo fora-de-serviço para que o custo de ter veículos inactivos enquanto aguardam manutenção ou peças sobressalentes possa ser calculado e a culpa atribuída a quem é responsável, desde o motorista ou os mecânicos, até ao responsável pelo armazém ou ao chefe da oficina - até mesmo ao auditor financeiro e aos representantes eleitos responsáveis pela aprovação das dotações orçamentais.

Para garantir a máxima eficiência e a vida útil mais longa possível, os fabricantes de veículos e itens de instalações e equipamentos eléctricos fornecem cronogramas de manutenção preventiva que recomendam para os seus produtos. Qualquer organização que opere uma frota de veículos e outro equipamento deve adaptar esses vários cronogramas individuais num formato comum, de modo que se possa elaborar um programa de manutenção preventiva planeado para distribuir uniformemente a carga de trabalho de manutenção ao longo do ano. Portanto, embora alguns fabricantes possam recomendar que tarefas específicas de manutenção sejam executadas após terem sido percorridas distâncias específicas ou após um determinado número de horas de funcionamento, deve ser preparado um novo cronograma para listar essas tarefas como operações semanais ou mensais regulares, com base na experiência e bom senso sobre as distâncias que cada veículo cobre numa semana ou o número de horas em que é usado nesse período. As condições sob as quais o equipamento opera, incluindo a quantidade de poeira no seu ambiente de trabalho, a temperatura ambiente e a inclinação de encostas também podem ter impacto na frequência ideal de verificações e substituições.

Os pontos que se seguem apresentam os documentos e as fichas de verificação que em conjunto constituem um sistema de manutenção preventiva planeado. Os formulários encontram-se em A2.16, no final deste Anexo, e também no CD.

A2.2 PASTA DO VEÍCULO

Para permitir que o programa de manutenção preventiva planeado seja executado de forma eficiente e formalizada, cada veículo ou outro item de equipamento tem a sua própria

pastas de veículo, que inclui uma lista de todos os controlos a serem realizados diariamente, semanalmente ou mensalmente e regista a utilização e o desempenho do veículo. Esta pasta de veículo deve conter o seguinte:

- ficha-mestra do equipamento (formulário MT11)
- ficha de inspeção técnica
- programas de manutenção preventiva (formulário MT6)
- resultados de desempenho mensal (formulário MT5)
- ficha de trabalho dos mecânicos (formulário MT2)
- ficha diária dos motoristas (formulário MT1)

A2.3 FICHA DIÁRIA DOS MOTORISTAS (FORMULÁRIO MT1)

Esta ficha é dada ao motorista pelo expedidor ou supervisor no início de cada turno e, se apropriado, inclui um roteiro detalhando a rota a ser percorrida naquele dia. O horário de trabalho do motorista deve exigir que ele chegue ao parque do veículo 15 minutos antes do início do turno de trabalho para dar tempo às verificações necessárias, que são as seguintes:

A2.3.1 Verificação pré-partida

No início de cada turno, verificações simples, mas definidas, devem ser realizadas pelo motorista ou operador do equipamento e assinaladas ✓ nesta ficha. Ela regista 14 verificações simples.

1	combustível	8	luzes
2	óleo	9	espelhos
3	água	10	roda sobressalente
4	pneus	11	chave de rodas e macaco
5	porcas das rodas	12	acessórios da carroçaria / fechaduras
6	fugas de óleo	13	tacógrafo* (se instalado)
7	fugas de fluido hidráulico	14	odómetro (medidor de distância) no velocímetro

* Um tacógrafo regista a experiência operacional do veículo – os tempos em que o veículo esteve operacional e as velocidades com que foi conduzido

Uma segunda secção da ficha fornece informação sobre o trabalho realizado, se diferente do roteiro usual. Uma terceira secção detalha o combustível e o óleo fornecidos e a última secção fornece informação relacionada com avarias, acidentes ou problemas mecânicos encontrados durante esse turno.

A2.3.2 Verificação de conclusão

No final do turno, o motorista ou o seu assistente deve limpar o camião (ou outro equipamento), reabastecer e repetir

as verificações pré-partida para confirmar que está em boas condições e apto para funcionar no turno seguinte.

O expedidor ou supervisor regista a entrada do veículo no final do turno. Se for encontrado algum problema específico, deve ser dado a conhecer ao supervisor da oficina, que assinará o formulário como “apto para o serviço” ou “requer atenção”. Neste último caso, ele fará uma ficha de trabalho de acordo com o problema relatado.

A ficha de trabalho diária do motorista é então colocada na pasta respectiva do veículo ou equipamento.

A2.3.3 Comentários gerais

Cada turno requer uma ficha de motorista separada. A verificação pré-partida nesta ficha é uma confirmação das verificações de conclusão do trabalho do turno anterior, mas atribui a cada motorista ou operador a responsabilidade de confirmar as constatações do motorista ou operador anterior. Desta forma, cada motorista ou operador é responsável. Se houver apenas um turno e se for alocado o mesmo condutor ao veículo para cada turno, a verificação de conclusão pode ser omitida.

Apenas pequenas operações de manutenção⁴⁶ são executadas pelo motorista, tais como adicionar combustível, encher pneus, etc. Se for necessário um serviço mais sério, o veículo será encaminhado à atenção do chefe da oficina.

A Ficha Diária do Motorista pode ser analisada pelo administrativo todos os dias ou todas as semanas, devendo apresentar:

- horas trabalhadas e distância percorrida,
- tamanho da equipa e nomes dos seus elementos (para serem usados no cálculo dos salários),
- consumo de combustível e óleo,
- trabalho realizado (por exemplo: número de cargas recolhidas),
- problemas enfrentados e reparações de serviço realizadas pelo motorista (por exemplo, mudanças de rodas após um furo) e o tempo de atraso sofrido,
- quaisquer danos ou acidentes durante esse turno.

A2.4 FICHA DE TRABALHO (FORMULÁRIO MT2)

É emitida pelo supervisor da oficina uma ficha de trabalho para um mecânico realizar as reparações ou serviços especificados. O mecânico anota o tempo de trabalho,

⁴⁶ Para definições das palavras “manutenção” e “revisão”, veja a lista de palavras no Anexo A7.

incluindo o tempo extra, para que o total de horas de trabalho possa seja calculado pelo administrativo e inserido no resumo da ficha de manutenção mensal (formulário MT3). Uma segunda secção da ficha de trabalho regista todas as peças sobressalentes ou materiais usados naquele trabalho. Esta ficha de trabalho é assinada pelo mecânico e contra-assinada pelo supervisor da oficina para confirmar que o trabalho foi concluído satisfatoriamente.

A2.5 PROCEDIMENTO PARA REPARAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Um programa de manutenção preventiva implementado de forma adequada reduz consideravelmente os tempos de imobilização de veículos, em parte porque a maioria das peças sobressalentes são adquiridas a tempo de serem instaladas numa verificação de manutenção seguinte ou subsequente sem qualquer tempo de imobilização adicional do veículo. Contudo, ainda ocorrerão avarias imprevistas e acidentes e deve prever-se que essas avarias sejam tratadas como emergências para que o veículo volte a funcionar o mais depressa possível.

Deve ter-se em conta que um excessivo tempo de imobilização faz com que o município tenha de gastar fundos extra com a compra dos veículos de reserva necessários para manter o serviço, enquanto algum veículo regular aguarda reparação. Deve ser definida uma meta com um máximo de 10% de veículos fora-de-serviço a qualquer momento para manutenção ou reparações de emergência.

Em qualquer avaria devem aplicar-se os seguintes procedimentos:

- Deve ser feita uma notificação imediata ao chefe da oficina, que deve examinar pessoalmente o veículo e decidir que recursos em peças sobressalentes e de mão-de-obra são necessários.
- Deve ser feito um *pedido urgente de peças* ao responsável pelos armazéns, que confirmará se existem as peças em *stock* e, se existirem, a reparação urgente poderá ser realizada imediatamente. Se não houver peças disponíveis, deve ser identificado um fornecedor, devendo o responsável pelo armazém informar o chefe da oficina quanto ao provável atraso na obtenção das peças, para que o trabalho de manutenção de rotina possa ser programado de forma a permitir essa reparação.
- Devem usar-se formulários de requisição de peças urgentes. Tais formulários devem ter o mesmo formato que o formulário de requisição mensal regular, mas devem

ser de cores vivas para indicar que têm um alto grau de urgência.

- Caso se preveja um atraso de mais de dois dias, o chefe da oficina deve notificar o chefe da divisão do provável atraso e seu motivo.

A2.6 FICHA RESUMO DA MANUTENÇÃO MENSAL (FORMULÁRIO MT3)

Esta ficha apresenta um resumo de todo o trabalho realizado naquele veículo, ou outro item de equipamento, durante o mês e inclui a informação que permite que os seguintes dados sejam extraídos pelo administrativo da manutenção:

- tempo e custo de mão-de-obra de manutenção,
- custos de peças e materiais,
- tempo fora-de-serviço.

A2.7 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE VEÍCULOS (MAPA DE PAREDE MT4)

As datas em que deve ser realizado o trabalho de revisão e manutenção devem ser apresentadas num mapa de parede no gabinete do chefe da oficina e cada item deve ser assinalado e datado quando o trabalho for concluído. Isso permitirá que o chefe da oficina programe a manutenção de rotina para que cada veículo ou outro item seja mantido de modo planeado e com o mínimo de atrasos, além de possibilitar uma confirmação constantemente actualizada de que a revisão foi realizada. Assegura também um alerta antecipado ao responsável pelo armazém para disponibilizar peças sobressalentes de rotina (filtros, etc.).

Pode manter-se um sistema de etiquetas simples com um calendário num painel perfurado. O painel perfurado é feito de cartão duro com furos com um espaçamento de 20 mm. Na horizontal, o painel deve ter 52 furos, um furo para cada semana do ano. Deve ter linhas suficientes para que cada veículo (ou outro item a ser mantido) tenha a sua própria linha. Este calendário pode ser usado ano após ano desde que a informação sobre os veículos seja actualizada. O chefe da oficina tem uma etiqueta para cada veículo ou outro item com a sua descrição claramente apresentada. Estas etiquetas podem ser feitas a partir de pinos de golfe com um rótulo colado na cabeça mostrando o número do veículo. (As etiquetas podem ser facilmente inseridas nos furos do calendário de cartão rijo e depois removidas.) Sempre que um veículo ou outro item é enviado para manutenção ou

reparação, a etiqueta daquele item particular é inserida imediatamente no quadro no gabinete do chefe da oficina para mostrar a semana em que ele entra na oficina. A etiqueta só é removida quando esse item estiver de novo a funcionar.

Este sistema permite que o chefe da oficina e outros membros seniores da equipa vejam rapidamente que itens ficaram fora-de-serviço por mais de uma semana e por quanto tempo ficaram fora-de-serviço. Ele pode, então, seguir quaisquer itens que estejam na oficina há muito tempo e agir de forma correspondente.

A2.8 RESULTADOS DE DESEMPENHO MENSAL (FORMULÁRIO MT5)

No início de cada mês, o administrativo da oficina deve preparar uma ficha para cada veículo ou item de equipamento mostrando o desempenho e o custo operacional do mês anterior. Inclui comentários do gestor de limpeza e do chefe da oficina sobre quaisquer anomalias no desempenho do veículo.

Será usada uma análise regular desses resultados para determinar o tempo de imobilização de cada veículo e as razões para esse tempo de imobilização, em cada caso, para auxiliar em quaisquer decisões relativas à vida económica dos veículos (isto é, quando devem ser substituídos). Essa informação também pode ser útil na selecção de tipos e marcas de veículos de substituição.

A2.9 PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA (FORMULÁRIOS MT6 & 7)

As fichas de manutenção de rotina de cada tipo de veículo (ou item de equipamento) devem basear-se nas recomendações do fabricante e mostrar o programa de manutenção e revisão a ser cumprido por rotina. Isso incluirá fichas separadas para os formulários MT6 e MT7.

A2.9.1 Ficha de manutenção preventiva semanal (formulário MT6)

Esta ficha mostra a manutenção a ser realizada semanalmente por um mecânico júnior e arrola cada item a ser verificado. Ao ser concluído, cada item deve ser rubricado pelo mecânico. A ficha inclui detalhes de todas as peças e materiais utilizados, bem como quanto tempo foi gasto para executar a manutenção. A ficha deve ser assinada pelo mecânico, para confirmar que todas as verificações foram realizadas, e pelo supervisor da oficina para confirmar que o trabalho foi concluído e que o veículo está apto para o serviço.

Esta ficha também é usada para registar observações relativas a qualquer peça que esteja a apresentar sinais de desgaste e para as quais serão necessárias peças sobressalentes para a próxima ou subsequente sessão de manutenção programada. É necessário fazer-se uma estimativa do tempo de vida restante antes da substituição. Quaisquer partes indicadas como sendo necessárias num futuro próximo devem ser listadas, devendo a lista ser passada ao responsável pelos armazéns para atenção imediata. Desta forma, deve haver um registo constantemente actualizado das peças usadas, bem como das peças que serão necessárias num futuro próximo, para que os *stocks* possam ser reabastecidos prontamente para se manter um inventário de peças adequado a qualquer altura.

Esta manutenção semanal não deve demorar mais do que duas horas. Assim, ajustando o tempo dos turnos dos mecânicos, deve ser possível fazer essas verificações após a recolha diária ou outras tarefas terem sido cumpridas, para evitar qualquer interrupção no funcionamento normal.

A2.9.2 Ficha de manutenção preventiva mensal (formulário MT7)

Esta ficha inclui todos os itens da ficha de manutenção preventiva semanal bem como outras verificações e inspecções e requisitos de manutenção mensal conforme especificado pelos fabricantes. Inclui um teste de estrada feito pelo mecânico. Uma vez mais, deve ser dado ao responsável pelos armazéns um aviso prévio de quaisquer peças necessárias para a sessão de manutenção programada seguinte, para que possam ser adquiridas e disponibilizadas quando necessário.

Essa manutenção mensal exige que o veículo seja retirado de serviço por um turno, a menos que possa ser feita em fins-de-semana.

2.10 INSPECÇÃO TÉCNICA SEMESTRAL (FORMULÁRIO MT8)

A cada seis meses, devem ser realizadas pelo chefe da oficina inspecções para garantir que todos os veículos e todo o equipamento sejam mantidos em boas condições e que toda manutenção e revisão tenha sido adequadamente realizada. Anualmente, antes da preparação dos orçamentos anuais, uma dessas inspecções deve incluir uma *auditoria anual do equipamento* para determinar a vida económica restante de cada veículo ou outro item de equipamento e fornecer estimativas para:

- o custo de manter esse item operacional para os doze meses seguintes;

- o valor desse item se for vendido no mercado livre (valor residual);
- o custo de um novo veículo de tipo e tamanho equivalente, para substituir o antigo.

Essa auditoria anual do equipamento permitirá que sejam feitas recomendações informadas para a substituição de veículos ou equipamento obsoletos, além de permitir que sejam preparados os orçamentos para o ano seguinte, incluindo custos de manutenção e operação e verbas para a compra de veículos de substituição.

A2.11 FORMULÁRIO DE APROVISIONAMENTO DE PEÇAS SOBRESSALENTES (FORMULÁRIO MT9)

Um formulário de provisionamento de peças sobressalentes (MT9) arrola as peças necessárias de fornecedores externos e é usado pelo responsável pelo armazém e assinado pelo chefe de departamento. Normalmente, as peças devem ser compradas mensalmente para aumentar os *stocks* de peças sobressalentes no armazém. No entanto, sempre que não estejam disponíveis no armazém peças que forem necessárias, serão adquiridas seguindo-se um procedimento de urgência.

As peças que em algum momento tiverem sido solicitadas e as datas de entrega previstas devem estar registadas num mapa no gabinete do chefe da oficina, o que pode ser feito usando um painel perfurado semelhante ao descrito em A3.7.

A2.12 FICHA DE *STOCKS* DE ARMAZÉM (FORMULÁRIO MT10)

As fichas de *stock* de peças sobressalentes para cada peça registam a aquisição e a saída de todas as peças sobressalentes e incluem os *níveis de stock mínimo* a serem mantidos a qualquer momento, juntamente com uma *quantidade a reabastecer* para cada peça sobressalente regular (filtros, pneus, etc.) consoante o consumo anual dessa peça. Assim que o nível mínimo de *stock* é atingido, devem ser solicitadas mais peças dessas (de acordo com o número que se encontra na *quantidade a reabastecer* para garantir que o nível de *stock* seja mantido e haja sempre peças em *stock* para minimizar os períodos de imobilização.

A2.13 FICHA MESTRA DO VEÍCULO (FORMULÁRIO MT11)

A ficha mestra de cada veículo ou outro item de equipamento motorizado regista os detalhes do veículo relevantes para o programa de manutenção preventiva. Inclui:

- Marca e número do modelo,
- Ano de fabrico,
- Números de série do motor, chassis, etc.,
- Especificação relativas à pintura*,
- Especificações e capacidades de óleo,
- Tipo de fluido hidráulico e capacidade,
- Tamanho dos pneus,
- Mangueira hidráulica* e especificações dos vedantes,
- Especificações do fluido (“óleo”) dos travões e da embraiagem.

* Não figuram no formulário MT11 em A2.16, mas podem ser acrescentadas.

Há muitas peças sobressalentes (incluindo rolamentos, embraiagens, guarnições dos travões, selos hidráulicos, mangueiras, baterias, componentes eléctricos, pára-brisas e injectores) que podem ser adquiridas pela sua descrição genérica e não de acordo com o número de peças sobressalentes do fabricante, a preços muito reduzidos. Se forem consideradas substitutos aceitáveis, essas alternativas devem ser registadas com referência cruzada para o número de peças do fabricante e uma lista de fornecedores aprovados. Um engenheiro qualificado deve verificar a qualidade da especificação de cada fornecedor ao elaborar essa lista. Se ocorrerem avarias devido ao uso de peças sobressalentes de má qualidade, devem ser adicionadas à Ficha Mestre do Veículo as informações sobre as peças e fontes de provisionamento utilizadas para referência futura e deve ser procurado e anotado no formulário de aquisição de peças um fornecedor alternativo.

A2.14 PROBLEMAS RECORRENTES

Devem ser realizadas verificações regulares das fichas de manutenção para identificar quaisquer problemas recorrentes de cada tipo de veículo e equipamento. Se forem encontrados problemas recorrentes em qualquer item do equipamento, o fabricante deve ser informado e solicitado a fazer recomendações sobre formas de eliminar ou reduzir o problema.

A2.15 CUSTO DE VEÍCULOS “FORA-DE-SERVIÇO”

É comum descobrir-se que os atrasos na aquisição de peças sobressalentes ou na manutenção aumentam muito os custos de qualquer operação de um veículo ou equipamento. São necessários veículos de reserva adicionais para compensar veículos que fiquem fora-de-serviço, e as avarias devidas a manutenção inadequada e atrasos na obtenção de peças essenciais podem aumentar grandemente os tempos de imobilização bem como os custos adicionais daí resultantes.

Essas imobilizações podem ser causadas por um desempenho inadequado de qualquer das pessoas envolvidas na operação, manutenção e financiamento dos veículos.

- Má condução ou verificações inadequadas dos motoristas podem resultar em avarias.
- O uso de pneus excessivamente gastos pode resultar em atrasos devido a furos.
- Manutenção inadequada de um mecânico pode resultar numa esperança de vida útil reduzida.
- A falta de pessoal de manutenção pode resultar em atrasos na reparação de veículos.
- A identificação inadequada de pequenos problemas (como um parafuso desapertado) pode resultar em avarias mais dispendiosas e imobilizações excessivas.
- A identificação inadequada de peças desgastadas pode fazer com que os armazéns não sejam informados antecipadamente da necessidade de obter essas peças e, conseqüentemente, resultar em atrasos.
- Atrasos do chefe de armazém ao iniciar a compra das peças podem causar imobilizações desnecessárias.
- Controlo financeiro inadequado pode fazer com que seja retido financiamento de curto prazo para peças sem um entendimento de como isso afectará os custos futuros.
- Orçamentação inadequada pode significar que não estão disponíveis fundos para reparações ou manutenção e que os veículos podem continuar a operar após o fim da sua vida económica devido a falta de fundos para os substituir.

Os exemplos dados mostram que a causa de qualquer tempo de imobilização excessivo pode estar no motorista, no mecânico, no chefe da oficina, no chefe do armazém, no controlador financeiro ou outros.

Uma parte importante de qualquer programa de manutenção preventiva é destacar as razões dos atrasos e estimar os seus custos para garantir que futuramente sejam minimizados.

O custo *fora-de-serviço* de um camião tem por base o seu custo de capital dividido pela sua vida útil económica em

dias, com a possível adição de um montante para cobrir os juros sobre o capital. Pode ser usado para comparar os ganhos de longo prazo de uma manutenção melhorada e um melhor aprovisionamento de peças com as poupanças de curto prazo obtidas das informações de manutenção reduzida. Também pode ser usado como um parâmetro de referência do desempenho de uma oficina.

Equação A2.1

Exemplo

Um camião que custe 80.000 USD tem uma vida económica de oito anos e funciona 300 dias por ano. A taxa de juro é de 12%. Pode ver-se que o valor diário do camião é:

$$\frac{80.000}{8 \times 300} + \frac{80.000 \times 12/100}{300} = 65,33 \text{ USD por dia}^*$$

* Um método alternativo para calcular o custo diário pode ser o método apresentado em A3.9.5.

Quando um veículo está fora-de-serviço por mais de, digamos, dois dias, a causa do atraso deve ser avaliada consultando os registos de manutenção preventiva para que o custo possa então ser atribuído nominalmente à pessoa em questão, e pode ser preparada uma explicação para mostrar como esse custo foi calculado e por que razão foi atribuído àquele indivíduo em particular. Cada pessoa pode ver quanto é que as suas acções, atrasos ou não actuação ao longo do ano anterior custaram ao município, o que proporciona uma boa base para pedir a essa pessoa que melhore o seu modo de trabalhar.

Se, por exemplo, o veículo descrito acima for mantido na oficina durante três semanas (18 dias úteis) por não ter sido disponibilizado dinheiro para a compra de peças que custavam 200 USD, pode-se ver que o custo líquido para o município (ou outro operador) do atraso no fornecimento desses 200 USD foi:

Equação A2.2

$$18 \times 65,33 = 1.170 \text{ USD}$$

A quantia de 200 USD não é deduzida deste valor porque ainda é necessária para comprar as peças sobressalentes de que se precisa para que o veículo volte a ser posto ao serviço, mas a comparação entre 1.170 USD e 200 USD realça a relevância do atraso e indica que vale a pena encontrar formas de acelerar a entrega de peças sobressalentes (como, por exemplo, mandar um funcionário a outra cidade [se a peça não puder ser encontrada localmente] para comprar a peça, ou usar o serviço de correio ou frete aéreo).

Esta abordagem poderia motivar os controladores financeiros a reavaliarem a sua dotação de fundos para a aquisição de peças.

Mensalmente os tempos de imobilização dos veículos que aguardam atendimento devem ser analisados a partir dos Resultados de Desempenho Mensal do veículo e um custo de *imobilização mensal* calculado e apresentado ao chefe de divisão com uma avaliação dos motivos desses atrasos. Esse cálculo pode ser uma ferramenta muito poderosa para o chefe do sector na apresentação de orçamentos futuros e ao avaliar as futuras necessidades do veículo.

É difícil sublinhar o quão importante é este programa de manutenção preventiva para a operação fiável, vida longa e segurança do equipamento. A disciplina necessária para manter este programa de manutenção preventiva é parte essencial de qualquer operação de veículo, instalação ou equipamento. Embora possa parecer oneroso à primeira vista devido à burocracia envolvida, uma vez que o sistema esteja configurado é muito simples de manter e, além de assegurar a realização de uma manutenção preventiva adequada para garantir a vida útil máxima do veículo, fornecerá a informação para um sistema preciso de definição de custos e orçamentação no futuro.

A2.16 EXEMPLOS DE FORMULÁRIOS

As páginas que se seguem apresentam exemplos dos formulários que foram mencionados. Esses formulários devem ser adaptados às condições locais, podendo ser necessário alterar-se o idioma em que estão escritos. Ainda que sejam escritos em português, pode ser necessário alterarem-se palavras substituindo-as por outras mais usadas⁴⁷.

Os formulários também precisarão de ser adaptados e expandidos de acordo com os tipos de veículos e outro equipamento que estejam em uso e precisem de manutenção. Mesmo depois de os formulários terem sido modificados, pode ser necessário alterar algumas das suas partes após terem sido usados por alguns meses, se for evidente que não estão a ser usados correctamente devido a aspectos que não são bem entendidos. Os formulários também podem ser encontrados no CD para poderem ser modificados e impressos, para pronta utilização.

⁴⁷Nota do tradutor: Adaptação da frase "Even if English is used, there will need to be changes in the words used." do texto original, e supressão de "There are many examples of different words being used in English, among them: a "fender" in the USA is a "wing" in Britain; a "hood" in the USA may be called a "bonnet" in England; a "skip truck" in England is a "dumper placer" in India and a "load lugger" in the USA." Tradução: Há muitos exemplos de palavras diferentes usadas em inglês, entre as quais: um "fender" (guarda-lamas) nos EUA é um "wing" na Grã-Bretanha; um "hood" (capó) nos EUA pode ser chamado de "bonnet" na Inglaterra; um "skip truck" (veículo de elevação de contentores skip) na Inglaterra é um "dumper placer" na Índia e um "load lugger" nos EUA.

FORMULÁRIO MT1 – FICHA DIÁRIA DOS MOTORISTAS

Local N° do veículo
 Nome do motorista Data
 Função do veículo N° na equipa (excluindo o motorista)
 Nome do expedidor

Verificações:

Queixas do motorista

- 1 Combustível / óleo / água
 - 2 Pneus / aperto das porcas das rodas
 - 3 Direcção / travões
 - 4 Espelhos / indicadores / buzina
 - 5 Luzes / reflectores
 - 6 Fuga no sistema de óleo / água / ar
 - 7 Acessórios de carroçaria
 - 8 Funcionamento hidráulico / reservatório
 - 9 Ligações eléctricas
 - 10 Roda sobressalente / macaco / chave de rodas
 - 11 Tacógrafo (se instalado)
 - 12 Roteiro OK
- 13 Leitura do odómetro iníciokm fimkm totalkm
 14 Tempo início fim total

VIAGEM / TRABALHO ou número de cargas Total

Req. nº	De	Para	Trabalho	Volume ou Cargas	Notas

COMBUSTÍVEL ABASTECIDO

Emissor	Cupão nº	Litros	Estação	Custo	Total

NOTAS

.....
 Assinatura do motorista Assinatura do expedidor

Este formulário deve ser preenchido e entregue ao supervisor no final do turno.

FORMULÁRIO MT2 – FICHA DE TRABALHO

Local N° do equipamento
 Leitura do odômetrokm Tipo/modelo do equipamento
 Data de entradasaída..... Nome do mecânico

1. Reparações / manutenção (Descrição do trabalho)		Tempo		
		Entrada	Saída	Total de horas
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Total	Horas nesta ficha			

2. Peças / materiais utilizados

Item	Descrição (incl. pneus e óleo)	N° da peça	Quantidade	Custo unitário	Custo total
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
				Custo Total	

Assinaturas
 Mecânico Supervisor

FORMULÁRIO MT5 – RESULTADOS DE DESEMPENHO MENSAL

Nº do veículo Local

Mês

TOTAIS ESTE MÊS

Distância percorrida km

Tempo trabalhado horas

Tempo de inactividade horas

Tempo de reparação horas

Número de cargas

Volume estimado de resíduos m³

Toneladas de resíduos estimadas toneladas

Combustível utilizado litros

Óleo utilizado litros

Custo de combustível

Custo de materiais de reparação

Custo de trabalho de manutenção

Custo de revisão total

Custo de mão-de-obra da equipa

Custo de capital

Custo de despesas gerais

Custo de seguros

Custo total do mês

RÁCIOS

Custo por tonelada

Custo por metro cúbico

Custo por km

Custo por litro

Volume médio (m³) recolhido por litro

Volume médio (m³) por mês

NOTAS

.....
Supervisor

FORMULÁRIO MT6 – PROGRAMA DE VERIFICAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA SEMANAL

Local

Data

Nº do veículo..... Leitura do odómetrokm

Nome

- | | | | |
|----|---|--------------------------|--|
| 1 | Drenar o filtro de combustível | <input type="checkbox"/> | Notas |
| 2 | Drenar o ar do cilindro dos travões | <input type="checkbox"/> | |
| 3 | Limpar o filtro de ar | <input type="checkbox"/> | Hora: entrada saída..... |
| 4 | Verificar o nível de óleo do motor | <input type="checkbox"/> | Horas |
| 5 | Verificar o óleo da caixa de velocidades | <input type="checkbox"/> | |
| 6 | Verificar a direcção | <input type="checkbox"/> | |
| 7 | Verificar os níveis de fluido do travão e da embraiagem | <input type="checkbox"/> | |
| 8 | Verificar o electrólito & os terminais da bateria | <input type="checkbox"/> | |
| 9 | Verificar resíduos no radiador e refrigerador de óleo | <input type="checkbox"/> | |
| 10 | Verificar & ajustar a tensão da correia da ventoinha | <input type="checkbox"/> | |
| 11 | Verificar o curso do pedal do travão e da embraiagem | <input type="checkbox"/> | |
| 12 | Verificar funcionamento e as ligações e da barra de direcção | <input type="checkbox"/> | |
| 13 | Pôr massa lubrificante em todos os pontos | <input type="checkbox"/> | |
| 14 | Verificar as porcas das rodas | <input type="checkbox"/> | |
| 15 | Verificar a pressão & danos nos pneus
(incl. sobressalente) | <input type="checkbox"/> | |
| 16 | Verificar indicadores, luzes e buzina | <input type="checkbox"/> | |
| 17 | Verificar fugas de óleo, ar e combustível | <input type="checkbox"/> | |
| 18 | Verificar acessórios e fechaduras da carroçaria | <input type="checkbox"/> | |
| 19 | Verificar o reservatório hidráulico | <input type="checkbox"/> | |
| 20 | Verificar o funcionamento do tacógrafo | <input type="checkbox"/> | |
| 21 | Verificar o fluido do radiador | <input type="checkbox"/> | |
| 22 | Verificar ferramentas e pneu sobressalente | <input type="checkbox"/> | |
| 23 | Testar o veículo na estrada: normal | <input type="checkbox"/> | |
| 24 | Verificar se todas as funções estão estáveis
(temperatura & pressão de óleo) | <input type="checkbox"/> | |
| 25 | Verificar parafusos soltos | <input type="checkbox"/> | |
| 26 | Verificar os cardãs (juntas "U") do veio de transmissão | <input type="checkbox"/> | |
| 27 | Verificar se as molas não estão partidas | <input type="checkbox"/> | |
| 28 | Verificar buchas dos amortecedores | <input type="checkbox"/> | |
| 29 | Lubrificar fechaduras e dobradiças | <input type="checkbox"/> | |
| 30 | Listar as peças necessárias na próxima revisão | <input type="checkbox"/> | Fazer o duplicado desta lista para os
armazéns – estimar quando necessárias |
| 31 | Algum dano acidental? | <input type="checkbox"/> | |
| 32 | Veículo pronto para o trabalho? | <input type="checkbox"/> | OK |
| 33 | Veículo não pronto para o trabalho? | <input type="checkbox"/> | Acção necessária: |

Assinatura:

Mecânico

Data

Supervisor

Data

FORMULÁRIO MT10 – FICHA DE STOCK DE ARMAZÉM

Nº modelo Tipo de equipamento

Fornecedor

Descrição da peça

Número da peça

Stock mínimo Quantidade a reabastecer

Custo do item

Tempo de entrega

	Data	Número retirado	Número adquirido	Saldo em stock	Notas

FORMULÁRIO MT11 – FICHA MESTRA DO VEÍCULO página 1

1	Número de matrícula do veículo		
2	Marca do veículo		
3	Tipo de veículo		
4	Ano de fabrico		
5	Utilização ou departamento		
6	Peso do veículo vazio		kg
7	Peso máximo de funcionamento (PB)		kg
8	Carga máxima do eixo dianteiro		kg
9	Carga máxima do eixo traseiro		kg
10	Comprimento, largura e altura		cm
11	Distância entre eixos		cm
12	Número do chassis		
13	Número do motor		
14	Tipo de motor		Diesel / Gasolina
15	Turbo instalado		Sim / Não
16	Potência arpm		cv
17	Potência do volante do motor arpm		cv
18	Tomada de potência do PTO arpm		cv
19	Rácio de potência		
20	Número de cilindros		
21	Cilindrada		cm ³
22	Especificações do encaixe das velas (apenas gasolina)		
		Tipo	Nº de série
23	Transmissão		
24	Caixa de velocidades		
25	Diferencial frontal		
26	Diferencial traseiro		
27	Direcção		
28	Embraiagem		
29	Convertor do torque		
30	Bomba do ar condicionado		
31	Turbo		
		Capacidade (litros)	Tipo de óleo
32	Tanque de combustível		
33	Sistema de arrefecimento		
34	Cárter		
35	Transmissão		
36	Diferencial frontal		
37	Diferencial traseiro		
38	Tanque hidráulico		

FORMULÁRIO MT11 – FICHA MESTRA DO VEÍCULO página 2

Rodas	Dianteiras	Traseiras
39 Tipo de travões	Disco / Tambor	Disco / Tambor
40 Tamanho da jante		
41 Tamanho dos pneus		
42 Especificação dos pneus		
43 Pressão nos pneus		

Superestrutura ou carroçaria				
44 Tipo de superestrutura				
45 Marca da superestrutura				
46 Tamanho do contentor basculante	Comp. cm	Larg. cm	Alt. cm	Vol. m ³
47 Capacidade de elevação da grua	mínimo	kg	a	m
48 Capacidade de elevação da grua	máximo	kg	a	m
49 Capacidade de elevação (elevador de contentores skip)		kg		
50 Capacidade de tracção (roll on/off)		kg		
51 Capacidade de elevação (escavadora)		kg		
52 Capacidade de elevação (pá)		kg		

Cilindros hidráulicos	Número	Pressão máxima de funcionamento kg/cm²	Código dos vedantes
53 Cilindros hidráulicos de basculação			
54 Elevador da pá			
55 Posicionador da pá			
56 Comando da pá			
57 Braço principal da escavadora			
58 Braço superior da escavadora			
59 Balde da escavadora			
60 Deslizamento da escavadora			
61 Macacos da escavadora			
62 Braço principal da grua			
63 Braço superior da grua			
64 Macacos da grua			
65 Cilindros principais do elevador de gancho			
66 Deslizamento do elevador de gancho			
67 Cilindros principais do elevador de contentores skip			
68 Macacos do elevador de contentores skip			
69 Acoplamento do reboque			
70 Basculante do reboque			

71 Valor total do veículo	
72 Data de entrada em funcionamento	
73 Ano de substituição	

COMPARAÇÃO FINANCEIRA DE SISTEMAS DE RECOLHA

Este Anexo apresenta um cenário simplificado para mostrar como comparar dois sistemas muito diferentes de recolha de resíduos sólidos que se estão a considerar para uma situação específica. Na prática, são normalmente necessários diferentes sistemas para as diferentes áreas comerciais e residenciais de uma cidade, sendo que seriam fornecidos diferentes níveis de serviço para diferentes níveis de rendimento. Portanto, a área considerada neste exemplo não é toda a cidade, mas bairros mais antigos e mais densamente povoados, comumente conhecidos como Cidade Velha.

A3.1 O CENÁRIO

Após uma visita de estudo a um país europeu, que incluiu uma visita a um fabricante de camiões compactadores (a Pakatruck), o Presidente do Município pretende introduzir camiões compactadores de carregamento traseiro com contentores plásticos com rodas de 80 litros, e uma recolha duas vezes por semana. Foi convencido pelo engenheiro da Pakatruck de que esse é o método “moderno” de recolha de resíduos e, a seu convite, um engenheiro da Pakatruck passou três semanas na Cidade Velha e preparou uma proposta, cujos detalhes são abaixo apresentados. Há duas possibilidades de financiamento do novo esquema: uma é um empréstimo da Administração de Desenvolvimento Económico do país onde a fábrica da Pakatruck está localizada; a outra é de um Banco de Desenvolvimento.

O engenheiro da cidade também participou numa visita de estudo. Visitou a China, o Vietname e o Egipto e ficou impressionado com alguns dos sistemas de recolha de resíduos que viu nesses países. Quando soube que o Presidente do Município estava interessado em estabelecer um novo sistema de recolha de resíduos, preparou também uma proposta para um serviço de recolha que usaria pequenos veículos para recolher os resíduos de casas e áreas comerciais e transportá-los para estações de transferência, de onde seriam levados por camiões maiores para o local de deposição final. A sua proposta inclui recolha três vezes por semana.

A3.2 FONTES DE INFORMAÇÃO

A informação necessária para calcular os custos dos sistemas propostos pode ser dividida em várias categorias:

- Informação geral sobre a Cidade Velha. Esta informação está prontamente disponível na biblioteca local, em escritórios da administração, relatórios e *sites*.
- Observações. Ao andar a pé ou de carro pela cidade, pode-se aprender muito sobre os factores que afectam o transporte, as lojas, os serviços e os hábitos das pessoas.
- Propostas - os dados e cálculos que foram usados para estimar os requisitos do sistema proposto, e as próprias propostas, em termos de níveis de serviço, necessidades de mão-de-obra e maquinaria e calendarização.
- Informação especializada existente que pode estar disponível nos registos da oficina ou no departamento de contabilidade e orçamento.
- Informação adicional que não está presentemente disponível ou que deve ser determinada no terreno, por medição e observação, ou por experiência em situações semelhantes. Alguns dados disponíveis podem precisar de ser verificados por estarem desactualizados, porque não há informação sobre como foram obtidos ou porque têm uma grande influência no resultado e, portanto, devem ser conhecidos com mais precisão ou confiança do que outros dados. As directrizes fornecidas no Anexo A1 são aqui relevantes.

É necessário sublinhar-se que este exemplo é simplificado para que não fique muito longo e detalhado. Cálculos de custos reais exigem mais investigação para determinar a informação necessária. O objectivo desses cálculos não é justificar um empréstimo ou definir orçamentos, mas desenvolver uma comparação inicial de dois sistemas e, para esse fim, é razoável fazerem-se algumas suposições simplificadoras.

A3.3 INFORMAÇÃO GERAL E DE FUNDO SOBRE A CIDADE VELHA

A cidade tem, no total, uma população de 2,43 milhões, mas a população da Cidade Velha é de 750.000. Os agregados familiares têm, em média, 4,9 pessoas. A maioria dos moradores da Cidade Velha usa carvão e madeira para cozinhar. A unidade de moeda é o munny, cujo símbolo é ₮.

A3.4 OBSERVAÇÕES NA VELHA CIDADE

Muitas das ruas da Cidade Velha são estreitas e estão congestionadas, não podendo aceitar veículos com mais de 2 m de largura.

Para armazenar os resíduos nas ruas são usados silos de betão. Os resíduos são carregados em camiões basculantes abertos, ancinhando-os para cestas planas e passando-os a um trabalhador braçal que está no camião, e toda a operação é lenta e sem higiene. Os camiões têm uma elevada altura de carregamento e uma capacidade de cerca de 6 m³. Há sinais de ratos em redor dos silos e paredes enegrecidas mostram que em muitos deles os resíduos foram queimados. Os resíduos contêm cinzas e quantidades consideráveis de areia, especialmente onde as vias não são pavimentadas, e uma grande percentagem de resíduos alimentares húmidos. A maioria dos silos tem cheiros desagradáveis.

Há uma considerável quantidade de resíduos nas valas de drenagem, e muitos moradores queixam-se do incómodo dos mosquitos.

Apenas as estradas principais são de revestimento duro. Durante o dia, o tráfego na cidade está muito congestionado, e carros estacionados, camiões e miniautocarros que ali vão parando causam engarrafamentos frequentes.

A3.5 AS PROPOSTAS

A3.5.1 A proposta de Pakatruk preferida pelo Presidente do Município

Propõe-se recolher todos os resíduos da Cidade Velha. Contentores de plástico com rodas, com capacidade para 80 litros, serão distribuídos pela população de modo que um contentor seja compartilhado por quatro residências. Os contentores serão deixados na rua e esvaziados duas vezes por semana por camiões compactadores com sistemas mecânicos de elevação que podem baldear simultaneamente dois contentores na tremonha de carga.

Cada camião funcionará um total de 8 horas por dia. (Se for concedido tempo para fazer a chamada de controlo de presenças e as preparações antes de iniciar o trabalho, bem como para uma pausa para refeição, será necessário adicionar esse tempo às 8 horas de trabalho.) O modelo de camião sugerido é um camião compactador de eixo único (4 x 2) com um PB de 15.000 kg e um peso, estando vazio, de 9.000 kg para que a carga útil seja de 6.000 kg. Funcionará 6 dias por semana e recolherá duas cargas ou 12 toneladas por dia, com uma equipa de quatro cantoneiros de recolha e um motorista. Estima-se que possa ser carregado em 90 minutos e que o descarregamento no aterro demore 10 minutos.

Conceder-se-á uma disponibilidade de reserva de 25% para garantir que o serviço seja totalmente fornecido quando estiverem veículos na oficina para manutenção e reparações. (Isto equivale a uma disponibilidade prevista de 80%.)

A3.5.2 A proposta de pequena estação de transferência do Engenheiro Municipal

O Engenheiro Municipal propôs a introdução de quatro pequenas estações de transferência na “baixa da cidade” usando microcamiões para recolher os resíduos das casas e áreas comerciais, trabalhando também 6 dias por semana. Esses camiões serão equipados com altifalantes que tocam uma música reconhecível para que os moradores saibam quando levar os seus resíduos para os microcamiões, que param em intervalos regulares. Resíduos deixados na berma em contentores fornecidos pelos moradores também serão recolhidos pelas equipas. Os microcamiões têm uma capacidade de 2 m³ e operarão numa extensão de apenas 3 km a partir da estação de transferência mais próxima. Estima-se que cada ronda de recolha leve 44 minutos - 12 minutos de viagem, 28 minutos de carregamento e 4 minutos de descarregamento. Cada microcamião será operado por um motorista e um trabalhador braçal, esperando-se que o motorista ajude por vezes no carregamento. A concessão de reserva para esses veículos é fixada em 20% (menor que a dos camiões compactadores porque os veículos são muito menos complexos e as peças sobressalentes estão prontamente disponíveis no mercado local). Com base na sua experiência, o Engenheiro Municipal baseou os seus cálculos em 6 horas de trabalho produtivo por turno, para permitir a chamada, a condução de e para o depósito do veículo e outras demoras.

As estações de transferência usarão o sistema de “fosso duplo e elevação” (PET) (descrito na Secção 8.2.4) com dois fossos e capacidade de armazenamento para sete contentores de resíduos - seis mais um no camião de transferência. Os contentores de transferência terão uma capacidade de 30 m³ e, com uma pequena quantidade de autocompactação devido à profundidade dos resíduos nos contentores, conterão 14.000 kg de resíduos. Cada contentor será preenchido até à sua capacidade total de carga usando as células de pesagem na parte inferior dos poços para controlar as cargas e evitar sobrecargas. Os veículos de transferência 6 x 4 terão um peso bruto (PB) de 24.000 kg. A recolha primária ocorrerá durante o período diurno e nocturno e o transporte secundário da estação de transferência para o local de deposição final será feito à noite, quando a velocidade do tráfego for maior e para evitar agravar o congestionamento de tráfego. O tempo necessário para carregar um contentor será de 8 minutos e o tempo no local de deposição final será de 10

minutos. Os camiões operarão seis noites por semana, trabalhando 8 horas por noite, com intervalo de 20 minutos. Cada camião servirá normalmente apenas uma estação de transferência, mas, quando necessário, pode ser usado para recolher contentores de outras estações de transferência. Estará de prontidão um veículo extra para cargas de pico ocasionais. Assim, as quatro estações de transferência e os cinco veículos (4 + 1 de reserva) poderão transportar todos os resíduos recolhidos. Cada veículo de transferência terá um motorista e um assistente, e cada estação de transferência será mantida por dois atendentes.

A3.6 OUTRA INFORMAÇÃO ESPECIALIZADA

Foram assim definidos os períodos de depreciação para os diversos tipos de activos:

■ Camiões de compactação	5 anos*
■ Microcamiões	7 anos
■ Camiões de transporte de contentores	7 anos
■ Contentores com rodas	4 anos
■ Contentores de transferência	5 anos**
■ Estação de transferência	20 anos***

* A vida útil do camião de compactação foi reduzida em relação à de um camião comum devido à natureza abrasiva e ácida dos resíduos, o que corresponde à experiência em muitos países.

** Se os contentores forem fabricados a partir do aço CorTen, o seu período de depreciação poderá ser aumentado para 10 anos.

*** Haverá um pequeno custo de manutenção e uma redução da expectativa de vida nos sistemas de elevação na estação de transferência.

Preços de compra previstos

Item	Preço Unitário M\$	Comentários
contentor de rodas de 80 litros	216	preço unitário para encomendas de mais de 20.000 unidades
camião compactador	209.250	
microcamião	81.000	
contentor de 30 m ³	13.500	fabricado localmente a partir de aço macio
camião contentor	243.000	6 x 4, com quadro basculante hidráulico
estação de transferência	432.000	excluindo terra

Nota: Os custos de qualquer sistema específico diferem de país para país. No entanto, os que se seguem são indicativos dos custos no momento da escrita num país em que o autor esteve a trabalhar por um breve período antes de compilar este exemplo. O custo da terra não está incluído no custo das estações de transferência, uma vez que o município já possui locais adequados.

O preço que o Município paga pelo gasóleo é de M\$2,57 por litro. O consumo de combustível dos camiões grandes está estimado em 100 litros por turno e, para cada microcamião, 20 litros por turno. Estima-se que os custos anuais de manutenção sejam de aproximadamente 7,5% dos custos de capital dos veículos. Estima-se que a energia eléctrica consumida por uma estação de transferência para iluminação e operação de sistemas de elevação e outro equipamento não seja superior a M\$ 27.000 por ano.

A3.7 INFORMAÇÃO DECORRENTE DE INVESTIGAÇÃO

A taxa de geração de resíduos na Cidade Velha é de 0,3 kg/hab/dia (com base nos dados de básculas existentes e na população actualmente servida). A densidade média dos resíduos nos camiões abertos é de 400 kg/m³.

As velocidades médias das deslocações na Cidade Velha estão avaliadas em 15 km/h para camiões grandes e 20 km/h para camiões pequenos e carros. A velocidade média para todos os tipos de veículos durante a noite na área urbana é de 28 km/h. Os resíduos são depositados num novo aterro que fica a 24 km do limite da cidade, e as velocidades médias de deslocação na estrada até ao local de deposição final são 35 km/h, durante o dia, e 55 km/h, à noite. A distância média de deslocação unidireccional dentro da área urbana para os dois tipos de camiões grandes está estimada em 5 km.

Os custos de emprego para motoristas e trabalhadores foram calculados da seguinte forma:

■ Motoristas:	M\$9.450 por ano
■ Trabalhadores braçais:	M\$6.885 por ano

Esses custos incluem despesas gerais para pagar a supervisão e administração, e subsídios para licenças e seguro social (incluindo indemnização por despedimento, pensões de reforma e licença médica), bem como os salários de funcionários ocasionais ou permanentes que substituam os que estão de licença.

A tabela de cálculo nas três páginas seguintes é retirada de uma folha de cálculo incluída nos ficheiros do CD acompanhante. Clicando em qualquer célula da planilha que contenha um valor calculado, é possível ver-se como foi calculado esse valor.

Há muitas vantagens em usar planilhas de computador para tais cálculos. Elas incentivam um trabalho cuidadoso e metódico e mostram como cada valor foi calculado. Se for descoberto um erro em qualquer entrada, o resultado final é instantaneamente recalculado. Deveras importante é permi-

tirem investigar os impactos das mudanças em uma ou mais variáveis. Dito isto, a matemática dos cálculos é extremamente simples, e eles podem ser facilmente realizados em papel usando uma simples calculadora de bolso.

À tabela segue-se uma breve discussão sobre o que se pode aprender deste exercício e das limitações desta abordagem, e alguns cálculos suplementares.

A3.8 CÁLCULO DOS CUSTOS DE SISTEMAS DE RECOLHA DE RESÍDUOS

A3.8.1 Dados gerais

Notas:

A unidade de moeda é o munny, e é apresentada como ₮

Os números na primeira coluna são os números da linha do programa das folhas de cálculo

Os itens marcados com “d” são dados fornecidos. Os outros números são calculados

Os itens marcados com “s” são resultados calculados que são usados na soma dos custos

10	d	População servida	750.000	
11	d	Tamanho do agregado familiar	4,9	peças por agregado
12	d	Taxa de geração de resíduos	0,3	kg/hab/dia
13	d	Frequência de esvaziamento de contentores	2	vezes por semana
14		Maior intervalo entre as recolhas	4	dias, depois do fim-de-semana
15	d	Dias úteis	6	dias por semana
16		Dias de trabalho por ano	312	dias por ano
17	d	Horas de trabalho por turno	8	horas
18	d	Densidade de resíduos em camiões abertos	400	kg/m ³ ou 0,4 kg/litro
19	d	Custo do emprego de motoristas	9.450	₮ por litro
20	d	Custo do emprego de trabalhadores braçais	6.885	₮ por litro
21	d	Preço do combustível	2,57	₮ por litro
22	d	Distância em área urbana (compactadores)	5	km
23	d	Velocidade em área urbana (camiões grandes)	15	km/h
24	d	Velocidade em área urbana (camiões pequenos)	20	km/h
25	d	Velocidade em área urbana à noite	28	km/h
26	d	Distância fora de área urbana	24	km
27	d	Velocidade durante o dia fora da cidade	35	km/h
28	d	Velocidade à noite fora da cidade	55	km/h
29	d	Custo de manutenção em %	7,5	% custo de capital/ano
30		Períodos de depreciação		
31	d	Camiões compactadores	5	anos
32	d	Microcamiões	7	anos
33	d	Camiões de transporte de contentores	7	anos
34	d	Contentores de rodas	4	anos
35	d	Contentores de transferência	5	anos
36	d	Estação de transferência	20	anos
37				
38		Cálculos		
39		Número de domicílios servidos	153.061	[750.000/4,9]
40		Peso total gerado em um dia	225.000	kg/dia [750.000 x 0,3]
41		ou	225	t/dia
42		Peso gerado por um agregado familiar		
43		após intervalo mais longo (4 dias)	5,88	kg [4 x 4,9 x 0,3]

A3.8.2 Comparação de sistemas

48		A. Camiões compactadores		B. Pequenas estações de transferência		
49	Contentores de rodas		quantidade	unidade	quantidade	unidade
50	d	Residências que compartilham um contentor	4			
51		Peso dos resíduos no contentor quando recolhidos	23,52	kg		
52		Volume máximo de resíduos no contentor	58,8	litros		
53		portanto, contentores de 80 litros são suficientemente grandes				
54		Número de contentores necessários	38.265			
55	d	Custo de um contentor	216	₺		
56		Custo total de contentores	8.265.306	₺		
57						
58		Peso médio recolhido por semana	1.575.000	kg	1.575.000	kg
59		Peso recolhido por dia de trabalho	262.500	kg	262.500	kg
60		ou	262,5	t	262,5	t
61						
62		Tempo de viagem				
63	d	Tempo para carregar em uma viagem	90	minutos	d	28 minutos
64		Tempo de viagem na área urbana (2 vias)	40	minutos	d	12 minutos
65		Tempo de viagem fora da área urbana (2 vias)	82	minutos		
66	d	Tempo de descarga em aterro	10	minutos	d	4 minutos
67		Portanto, tempo total para uma viagem	222	minutos		44 minutos
68	d	Disponibilidade de utilização do tempo	95	%	d	75 %
69		Número de viagens por turno	2			8
70	d	Carga máxima que um camião pode transportar	6	t	d	2 m³
71					or	800 kg
72		Portanto, número de camiões	22			41
73	d	Disponibilidade de reserva para camiões	25	%	d	20 %
74		Número de camiões necessários	28			50
75	d	Custo de um camião	209.250	₺	d	81.000 ₺
76		Custo total da compra de camiões	5.859.000	₺		4.050.000 ₺
77	s	Custo de manutenção de camiões	439.425		s	303.750 ₺/ano
78						
79		Tempo de viagem - Camião de transporte de contentores				
80		Tempo para carregar numa viagem			d	8 minutos
81		Tempo de viagem na área urbana (2 vias)				21 minutos
82		Tempo de viagem fora da área urbana				52 minutos
83		Tempo de descarga (em aterro ou em PET)			d	10 minutos
84		Tempo total para uma viagem				92 minutos
85		Disponibilidade de utilização de tempo			d	95 %
86		Número de viagens por turno				5
87		Carga máxima que um camião pode transportar			d	14 t
88		Portanto, número de camiões em uso diário				4
89		Disponibilidade de reserva para camiões				20 %
90		Número total de camiões necessários			d	5
91		Custo de um camião			d	243.000 ₺
92		Custo total da compra de camiões				1.215.000 ₺
93		Custo de manutenção de camiões			s	91.125 ₺/ano
95		Pequena estação de transferência e contentores				
96		Número de estações de transferência			d	4
97		Custo de uma estação de transferência			d	432.000 ₺
98		Custo de um contentor			d	13.500 ₺
99		Número de contentores numa PET			d	7
100		Armazenamento fornecido por contentores				392 t
101		Custo total de contentores				378.000 ₺

		A. Camiões compactadores		B. Pequena estação de transferência	
103	Custos com vencimentos				
104	Número de motoristas	22		45	
105	d Número de cantoneiros de recolha em cada camião de recolha	4		d 1	
106	Número de ajudantes em cada camião de transporte			d 1	
107	Número de cantoneiros de recolha	88		45	
108	Ajudantes em cada estação de transferência (pagos como trabalhadores braçais)			d 2	
109	Ajudantes em estações de transferência			8	
110	s Custos com vencimentos	813.780	₺/ano	s 790.155	₺/ano
111					
112	Energia				
113	d Consumo diário de um camião de recolha	100	litros/dia	d 20	litros/dia
114	d Consumo diário de um camião contentor			d 100	litros/dia
115	s Custo de combustível para todos os camiões	1.764.048	₺/ano	978.245	₺/ano
116	Consumo de energia eléctrica numa estação de transferência			d 27.000	₺/ano
117	Custos anuais de energia			s 1.086.245	₺/ano
118					
119	Depreciação				
120	Depreciação de estação de transferência			s 86.400	₺/ano
121	s Camiões compactadores	1.171.800	₺/ano		
122	s Contentores de rodas	2.066.327	₺/ano		
123	Microcamiões			s 578.571	₺/ano
124	Transportadores de contentores			s 173.571	₺/ano
125	Contentores de PET			s 75.600	₺/ano
126					
127	Resumo dos custos anuais				
128	Depreciação de contentores	2.066.327	₺/ano	75.600	₺/ano
129	Depreciação de veículos	1.171.800	₺/ano	752.143	₺/ano
130	Depreciação de estações de transferência			86.400	₺/ano
131	Manutenção de veículos	439.425	₺/ano	394.875	₺/ano
132	Custos com vencimentos	813.780	₺/ano	790.155	₺/ano
133	Custos com combustível	1.764.048	₺/ano	1.086.245	₺/ano
134	Custos totais	6.255.380	₺/ano	3.185.418	₺/ano
135					
	Total de resíduos gerado por ano	82.125	t/ano	82.125	t/ano
138	Custo unitário da recolha de resíduos	76	₺/t	39	₺/t

A3.9 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A3.9.1 O significado do custo unitário

Com os dados aqui utilizados, o sistema de camiões compactadores e contentores de rodas é duas vezes mais caro que o sistema baseado na pequena estação de transferência. Espera-se que o Engenheiro Municipal seja capaz de usar essa clara diferença para convencer o Presidente do Município a considerar esta alternativa ao sistema que ele promoveu. Os valores de custo são muito convincentes. Talvez o Presidente do Município concordasse em convocar um *workshop* para o qual vários especialistas (incluindo o vendedor da Pakatruk) seriam convidados a reconsiderar o caminho a seguir.

Note-se que este cálculo é para fins de comparação, não para determinar um orçamento ou preço de contrato. Todo o cálculo é baseado num valor – 0,3 kg/hab/dia –, e uma variação aparentemente pequena nesse valor pode ter uma grande influência nos custos totais, embora os custos comparativos não sejam suficientemente afectados para implicar uma conclusão diferente. Ao decidir o número de contentores e veículos, é preciso ter-se em mente que todo o cálculo se baseia nessa taxa de geração, devendo, portanto, haver alguma flexibilidade para lidar com quantidades adicionais de resíduos, incluindo os efeitos de variações sazonais, crescimento populacional, aumentos na geração per capita e expansão do serviço a novas áreas. Por vezes, os dados da taxa de geração referem-se apenas aos resíduos domésticos,

pelo que esses valores devem ser aumentados para incluir resíduos comerciais, institucionais e outros.

Também é importante lembrar que essa análise é para uma situação específica e os dados usados para a descrever. Seria errado supor-se que os camiões compactadores são sempre duas vezes mais caros que os sistemas que usam pequenas estações de transferência. Por exemplo, se não fosse provido nenhum contentor (porque se solicitaria aos residentes o seu pagamento) os custos para o serviço do compactador cairiam para 51 muni por tonelada. No entanto, se não fosse usado absolutamente nenhum contentor de rodas, o tempo de recolha aumentaria e todo o cálculo seria alterado.

A3.9.2 Olhando para outros números

É útil examinar o resumo dos vários custos para ver que itens constituem as principais despesas. Para o sistema de camião compactador, o maior item de despesa é a depreciação dos contentores de rodas de 80 litros. A depreciação é uma questão difícil, porque muitas administrações municipais não estão acostumadas ou não são capazes de manter reservas para futuras despesas de capital. Os próprios contentores podem ser a causa de certos problemas, conforme discutido em A3.9.4. É provável que seja necessário um número significativo de contentores adicionais para substituir os contentores que estejam danificados e mal utilizados, por isso, a despesa em contentores será ainda maior.

Os custos com o combustível são o segundo maior item no sistema compactador, e o maior item no sistema de transferência, e a probabilidade de aumento dos preços do petróleo deve ser levada em conta.

Olhando para os tempos de viagem, é possível ver-se que os camiões compactadores gastariam mais de metade da sua vida útil transportando resíduos para o aterro e voltando para a cidade. Os camiões compactadores são projectados para recolha, não para transporte, e não são tão eficientes quanto os outros veículos quando transportam resíduos por longas distâncias.

A3.9.3 Revisão de alguns pressupostos

Note-se que o sistema de camião compactador tem por base trabalhar 8 horas por dia, enquanto os microcamiões estão a trabalhar umas mais realistas 6 horas por dia. Os camiões compactadores têm de trabalhar oito horas completas para recolher duas cargas. O pressuposto de que as equipas de camiões compactadores trabalharão oito horas por dia pode constituir um problema. Normalmente, o tempo de trabalho produtivo é menor do que o turno completo, devido ao tempo necessário para organizar as equipas e para a deslocação para a área de recolha no início de cada turno e de volta ao parque no final. Na verdade, são os motoristas que serão

obrigados a trabalhar mais do que o tempo do turno, porque precisarão de fazer as verificações no veículo antes de saírem do parque e irem para ou regressarem do aterro. A equipa de recolha não precisa de viajar para o local do aterro sanitário, embora um dos cantoneiros de recolha possa ter de acompanhar o motorista, talvez em sistema rotativo, para auxiliar na marcha-atrás e na operação do camião. Os motoristas dos camiões contentores também seriam obrigados a trabalhar turnos completos.

O uso do valor de 7,5% para calcular os custos de manutenção de todos os três tipos de veículos pode precisar de ser revisto. Os camiões compactadores têm muitas peças móveis e cilindros hidráulicos, e geralmente têm sistemas de controlo complexos, exigindo, por isso, mais manutenção do que os camiões simples. Também estão mais sujeitos a corrosão e abrasão. A adequação da disponibilidade de reserva de 25% para camiões compactadores pode não ser suficiente, particularmente se muitas peças sobressalentes tiverem que ser encomendadas da Europa.

Seria possível reduzir-se o número de veículos em ambos os sistemas trabalhando dois turnos por dia.

A3.9.4 Questões não financeiras

A análise financeira ilustrada neste Anexo deve ser a última etapa de um processo de selecção. Antes de se dedicar um esforço considerável a recolher informação operacional e financeira, e de se calcularem os custos, deve-se analisar uma ampla gama de sistemas de recolha possíveis, e descartar os que forem inadequados para que a comparação de custos seja feita apenas entre opções adequadas.

Há vários problemas com o sistema de camião compactador aqui descrito. O sistema de carregamento é baseado no sistema de elevação de contentores que baldeia os contentores para a tremonha de carga do camião. Este sistema só funciona se forem usados contentores desenhados para esse processo. O uso de contentores nesta situação pode enfrentar os seguintes problemas:

- Como são compartilhados entre as residências, devem ser deixados na rua, e, como são fáceis de mover, podem ser roubados, levados para servir de balizas de futebol de rua ou danificados por veículos que passam.
- Sendo compartilhados entre residências, os moradores podem sentir-se pouco responsáveis por eles. Podem ser usados para outros fins, como, por exemplo, armazenamento de combustível, banho de bebés e fabrico de cerveja.
- Como há quantidades significativas de cinzas nos resíduos, é provável que sejam colocadas cinzas quentes nesses contentores, podendo eles ficar danificados ou des-

truídos. Qualquer tentativa de queimar resíduos nesses contentores irá destruí-los.

Outro problema com este sistema é que os camiões compactadores não são adequados para resíduos de alta densidade nem para resíduos com quantidades significativas de materiais abrasivos e material biodegradável húmido, como discutido em 7.8.1.

Grandes camiões compactadores com PB de 15 toneladas não são adequados para vias estreitas, em termos de tamanho e peso. Se conseguirem passar pelas vias, causarão sérios congestionamentos e engarrafamentos ao pararem para carregar os resíduos. Também podem danificar as superfícies das estradas e tubagens subterrâneas.

A vida útil dos componentes do sistema do camião compactador é mais curta do que a do sistema de transferência. Como é improvável haver financiamento internacional disponível para substituir os contentores e os compactadores, é melhor implementar-se um sistema com uma vida útil mais longa, para melhor permitir a introdução de um sistema de substituição anual faseado.

A frequência da recolha pode ser um problema. Os residentes podem opor-se a que os resíduos não sejam recolhidos dos seus contentores por quatro dias com o sistema compactador. Podem opor-se mais fortemente a manter os resíduos nas suas instalações por três dias, no caso do sistema de transferência, por se terem acostumado a levá-los para os silos a qualquer momento.

Considerando o sistema de transferência, seria de bom senso considerar o uso de carrinhos de mão ou triciclos a pedal ou outros veículos simples como meio para fazer a recolha em bairros próximos das estações de transferência. No entanto, como o Presidente do Município parece preocupar-se com a aparência moderna do sistema, é provavelmente aconselhável proporem-se veículos motorizados para a recolha primária nesta etapa. O uso de camiões de contentores menores com um único eixo traseiro pode ser considerado antes da etapa de projecto detalhado.

Esta análise é para efeitos de comparação de sistemas. Para a etapa de projecto detalhado, são necessários mais dados, e muitos dos números utilizados precisarão de ser confirmados.

A3.9.5 Considerando as taxas de juro

Discute-se no ponto 10.3 a depreciação e os pagamentos de juros. Se se tiver que considerar os juros na determinação do custo anual equivalente de investimentos de capital, pode ser usada a equação apresentada em A3.1. Calcula-se assim o pagamento que deve ser feito anualmente durante a vida económica do activo de modo que o empréstimo e os juros associados fiquem liquidados no final do período. Esse processo é conhecido como amortização e é usado quando há um empréstimo comercial para pagar ou se o custo de oportunidade do capital tiver de ser tomado em consideração.

Equação A3.1

$$A = C \times \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

onde: A é o pagamento anual,
C é o capital, o valor do empréstimo
r é a taxa de juro em número decimal
(i.e se o juro é de 7%, r = 0,07)
n é a duração do empréstimo

Alguns valores relativos ao reembolso anual são apresentados na Tabela A3.1, para diferentes taxas de juro e para um empréstimo de prazo relativamente curto (5 anos, para os camiões compactadores) e um empréstimo de longo prazo (20 anos, para as estações de transferência).

A Tabela A3.1 mostra que altas taxas de juro podem ter um impacto significativo nos pagamentos anuais, especialmente para prazos longos de empréstimo. Se comparativamente os custos de capital constituírem uma grande parte dos custos totais, e os custos unitários calculados com depreciação linear forem muito próximos, as taxas de juro podem decidir qual a opção mais barata. No entanto, se não se estiver realmente a pagar quaisquer juros, pode ser mais apropriado considerar as despesas efectivas e ignorar os juros.

Tabela A3.1 Reembolsos anuais

Taxa de juro	Período do empréstimo Valor do capital	Camiões (5 anos) R\$ 5.859.000	Aumento no reembolso anual	Estação de transferência (20 anos) R\$ 1.728.000	Aumento no reembolso anual
0% Depreciação linear	R\$ 1.171.800		0	R\$ 86.400	0
2%	R\$ 1.243.036		6%	R\$ 105.679	22%
5%	R\$ 1.353.281		15%	R\$ 138.659	60%
10%	R\$ 1.545.589		32%	R\$ 202.970	135%

RECICLAGEM E TRATAMENTO

Este livro debruça-se sobre os aspectos da gestão de resíduos sólidos relativos à recolha. Assim, inclui apenas uma breve análise da reciclagem e do tratamento, por afectarem a quantidade e a natureza dos resíduos a recolher, bem como a selecção dos veículos utilizados para a entrega dos resíduos às instalações de reciclagem ou tratamento. A etapa final da cadeia de gestão de resíduos sólidos – a deposição final – é discutida no Anexo A5, mas é também referida neste Anexo porque a opção de tratamento e deposição final de refugos de resíduos é frequentemente comparada com a deposição directa da totalidade de resíduos recolhidos. Existem sempre refugos de resíduos decorrentes de reciclagem e tratamento, pelo que, em qualquer dos casos, se deve considerar o estabelecimento de locais de deposição final e o transporte de resíduos sólidos urbanos ou refugos de resíduos para esses locais de deposição.

A4.1 VISÃO GERAL

Estando recolhidos os resíduos sólidos, para onde deverão ser levados e o que se deverá fazer com eles? Qual é a situação actual relativamente à reciclagem, ao tratamento e à deposição final em países de baixo e médio rendimento? Como estão a ser tomadas as decisões? Como é que os métodos de reciclagem, tratamento e deposição final afectam a escolha de equipamento e de sistemas de recolha de resíduos? Estas são algumas das questões a que este Anexo tentará responder. A informação que aqui se encontra é apenas uma introdução para definir o contexto, mostrar relações com a recolha de resíduos e dar alguns conselhos. Estão listadas na Bibliografia, Anexo A6.2, fontes de informação mais detalhada.

Como primeiro passo, será discutido o uso actual dos termos “reciclagem”, “tratamento” e “deposição final”. Em seguida, serão resumidamente apresentados os métodos e as implicações da reciclagem e do tratamento. Os últimos pontos do Anexo debruçar-se-ão sobre questões relacionadas com a selecção e sustentabilidade das várias opções e analisarão as implicações para a recolha de resíduos.

Uma definição estrita de reciclagem limita o significado a processos que convertem materiais recuperados de resíduos em alguma forma com maior utilidade. No entanto, no uso comum, o termo inclui todas as etapas envolvidas na devolução de materiais residuais à economia, e é com esse significado que é usado nesta publicação. As etapas

envolvidas na reciclagem podem incluir recolha, transporte, comercialização, classificação, limpeza e processamento. Em alguns casos, também a fabricação. A reutilização de itens para o mesmo fim para o qual foram originalmente usados (por exemplo, garrafas de bebidas) está incluída. A estas actividades junta-se a recuperação de energia de resíduos para fins económicos. O termo “recuperação de recursos” é estritamente mais preciso, mas menos conhecido. Exemplos de reciclagem serão dados na Seção A4.2.

O tratamento de resíduos sólidos inclui quaisquer processos implementados para reduzir os custos de transporte ou deposição final de resíduos e quaisquer processos que reduzam os riscos apresentados pelos resíduos. Existem claras sobreposições com a reciclagem. A compostagem pode ser considerada reciclagem quando há mercado para o produto, e tratamento quando o objectivo é reduzir a poluição decorrente da fase de etapa de deposição final. A *incineração* é geralmente vista como tratamento, mas pode ser considerada como um processo de recuperação de recursos quando a energia proveniente da queima dos resíduos é usada na economia.

Deposição final é a colocação dos resíduos no seu local de repouso final. Existem duas opções básicas para a fazer e é importante entender o que as distingue. O método mais comum é a *deposição a céu aberto* (também referida como lixeira a céu aberto) ou descontrolada, o que envolve descarregar os resíduos em qualquer pedaço de terra disponível e não fazer nada para reduzir o impacto ambiental (em termos de poluição do ar, da água e do solo, e degradação estética). Um método bastante melhor é a deposição em *aterro sanitário*, que consiste numa selecção cuidadosa e preparação do local onde os resíduos são descarregados, operação controlada e restauração final do local para que, no seu estado final, se integre na paisagem e não cause poluição. São tomadas medidas em todas as fases para minimizar a poluição do ar e da água, e incómodos aos vizinhos. Os aterros sanitários podem ser usados para preencher buracos abaixo do nível do solo ou formar colinas mais elevadas que o terreno circundante. Os estágios intermediários entre a deposição descontrolada e em aterro sanitário designam-se por deposição controlada ou deposição em aterro controlado (ou aterro simplificado).

A reciclagem pelo sector informal é geralmente muito diferente das tentativas do sector formal. A principal motivação para a reciclagem pelo *sector informal* é a economia – a

necessidade de ganhar dinheiro para comprar comida e satisfazer outras necessidades. A motivação para reciclagem, tratamento e deposição final pelo *sector formal* é mais complexa, e muitas vezes deficiente, nos países em desenvolvimento. Essas duas alternativas são discutidas com mais detalhes em A4.2.1. O sucesso ou fracasso na recolha de resíduos sólidos e na varredura de ruas é facilmente observado, diariamente, pelos os eleitores, políticos e gestores. A maior parte das autoridades municipais estão cientes da necessidade de fornecer serviços efectivos de recolha e varredura - particularmente em bairros centrais e áreas onde vivem pessoas influentes. No entanto, com a reciclagem (pelo sector formal), o tratamento e a deposição final é outra história. É frequente o caso de muito poucos cidadãos de uma cidade saberem o que acontece com os resíduos após a recolha, e, portanto, há muito menos interesse público e impacto político em relação ao tratamento e deposição final. (Um dos autores lembra-se de um caso em que o responsável técnico sénior de uma administração municipal – a pessoa com responsabilidade final pela gestão de resíduos – não conseguiu localizar o local onde os resíduos da sua cidade estavam a ser depositados.) Outro problema é que muito poucos funcionários municipais compreendem os benefícios do aterro sanitário; acham que não há alternativa à deposição a céu aberto. A consequência dessa falta de compreensão e interesse, em muitas cidades, é que pouca atenção é dada ao tratamento e à deposição final, e, assim, nenhum esforço é dedicado ao melhoramento dessas etapas na cadeia de gestão de resíduos sólidos.

Existe uma tendência geral de os decisores olharem para a compostagem e incineração como a solução para seus problemas de deposição final. No entanto, tem havido muitos fracassos e decepções nos países em desenvolvimento com esses dois processos, razão pela qual é apropriado aproveitar-se todas as oportunidades para alertar os que tomam decisões para as implicações desses métodos de tratamento.

A4.2 RECICLAGEM E RECUPERAÇÃO DE RECURSOS

A4.2.1 Vários modelos

Existem dois principais modelos de reciclagem.

- Em países onde não há apoio financeiro do governo para famílias desempregadas, é comum encontrar-se reciclagem informal, como discutido em 11.3. Isso é motivado por necessidade financeira, e as pessoas envolvidas geralmente têm muito pouca consciência das preocupações e questões ambientais. Em muitas cidades, a reciclagem

do sector informal provou ser financeiramente sustentável, uma vez que um número significativo de pessoas há anos que trabalha dessa forma e não há sinais de que esteja a decrescer. A sustentabilidade ambiental é mais um problema, uma vez que os actores envolvidos geralmente demonstram muito pouca preocupação com os impactos do seu trabalho na saúde e no ambiente.

- O outro modelo é encontrado em países industrializados, onde há grupos de cidadãos comprometidos que fazem *lobby* para a reciclagem, a fim de reduzir a demanda de recursos naturais e minimizar as quantidades de resíduos que têm de ser descartados. As suas preocupações são ambientais, não financeiras. Os governos responderam a essa demanda instituindo leis e instrumentos financeiros (como um imposto sobre a deposição em aterro sanitário) e exigindo que os conselhos municipais e indústrias atendam às metas de reciclagem e redução de resíduos. Essa reciclagem envolve gastos públicos adicionais, bem como esforços acrescidos de cada morador (para segregar os resíduos em duas ou mais categorias), e esses encargos adicionais são aceites pelo público com diferentes graus de entusiasmo.

Uma das principais causas de falhas na gestão de resíduos sólidos em países de baixo rendimento é a cópia de sistemas de situações muito diferentes, sem levar em consideração os factores locais. Por isso, é muito importante estar-se ciente das diferenças entre os dois modelos. É um erro pensar-se que a reciclagem é idêntica em todo o mundo.

Além dos dois modelos acima referidos, existe um terceiro que tem sido empregue em países de baixo e médio rendimento, mas que, de um modo geral, não tem sido bem-sucedido. Essa abordagem envolve o sector formal - público ou privado - e instalações mecanizadas relativamente grandes. São sistemas tipicamente baseados em fábricas de compostagem mecanizadas e geralmente montados pelo governo nacional ou por uma agência internacional doadora ou credora. Tais instalações são normalmente justificadas pela grande percentagem de material compostável (biodegradável) no fluxo de resíduos ou por referência à prática em países industrializados. O seu desempenho é muitas vezes insatisfatório porque não são adequadas às características dos resíduos sólidos locais, devido a inadequada manutenção da instalação mecânica, ou porque pouca atenção é dada à qualidade e comercialização do composto que é produzido. A venda de materiais recicláveis, como metais e plásticos, muitas vezes vale mais financeiramente do que a venda de composto, mas é insuficiente para cobrir os custos de operação da instalação. Algumas experiências com a operação feita por grandes empresas internacionais contratadas foram mais positivas. A compostagem é discutida em mais detalhe em A4.2.5.

A4.2.2 Requisitos para uma reciclagem económica

A maioria dos materiais pode - do ponto de vista técnico - ser reciclada, mas nem todos. Alguns plásticos não podem ser reciclados, e alguns materiais, em particular compósitos de dois ou mais materiais, não são reciclados. Equipamentos electrónicos contêm pequenas quantidades de materiais valiosos, mas separar os vários componentes é muito trabalhoso e envolve alguns riscos para a saúde. Em muitos casos, materiais que tecnicamente podem ser reciclados não o são por razões financeiras. Limpeza e pureza têm um impacto importante nas oportunidades de reciclagem rentável.

É maior a probabilidade de a reciclagem ser bem-sucedida quando há grandes quantidades e fornecimentos fiáveis que não se localizem muito longe de uma fábrica de processamento e que possam ser transportados de forma pouco dispendiosa. O material não deve ser contaminado e deve ser o mais homogéneo possível. Deve haver um mercado fiável para o material ou produtos processados, com preços razoavelmente consistentes. O transporte é frequentemente uma das principais componentes dos custos - a distância a que os materiais recicláveis devem ser transportados e as oportunidades para reduzir os custos de transporte podem desempenhar um papel importante para se determinar se a reciclagem num determinado local é financeiramente viável. Como muitos materiais recicláveis têm densidades muito baixas, muitas vezes é necessário comprimi-los e enfiá-los, ou triturá-los, a fim de obter cargas económicas razoáveis nos veículos e, em alguns casos, permitir que os materiais sejam exportados. (Por exemplo, plásticos PET de garrafas de água potável foram exportados do Egipto para a Tailândia e a China, onde são usados para fazer o enchimento de anoraques e outros casacos, que são exportados para a Europa e os Estados Unidos.)

A segregação na fonte pode fornecer materiais com menos contaminação e exigir menos triagem, mas devem ter-se em mente os pontos que se seguem quando se planeia promover a segregação na fonte:

- Muitas vezes, é melhor concentrar-se em fontes de grandes quantidades de material onde exista uma estrutura institucional que possa ser usada para incentivar a segregação, como hotéis, restaurantes, supermercados, fábricas e escritórios (mas é frequente essas oportunidades já terem sido aproveitadas pelo sector informal ou pequenas empresas). A segregação nessas fontes será provavelmente melhor do que a segregação realizada por um grande número de famílias, de modo que o material será mais homogéneo.
- Promover a segregação domiciliar requer muita consciencialização - tanto em termos de informação quanto de

persuasão - e, mesmo depois de consideráveis esforços, o nível de cooperação pode não ser elevado.

- Deve considerar-se a motivação. Pagar em dinheiro por materiais recicláveis, trocar itens domésticos baratos por recicláveis e reduzir contas de serviços públicos têm sido meios usados para motivar o público a segregar os seus resíduos. Pode ser difícil desenvolver um método simples de avaliar o valor monetário de uma mistura de muitos tipos de materiais recicláveis para pagar às famílias pelo que elas segregaram. Só em algumas situações se pode considerar a imposição pela autoridade local ou pela polícia.
- Deve haver um meio de recolha separada dos itens segregados - um veículo com compartimentos separados ou diferentes veículos em momentos diferentes para diferentes tipos de resíduos.

A maior parte das indústrias que compram materiais derivados de resíduos sólidos exigem grandes quantidades e qualidade regular. Os indivíduos que recolhem ou classificam os resíduos não podem recolher, por si, quantidades suficientemente grandes, por isso devem juntar o que recuperaram ao de outros indivíduos, o que é geralmente feito vendendo a intermediários ou revendedores. Esses revendedores que compram recicláveis aos operadores de recolha e a catadores geralmente têm má reputação porque são acusados de explorar quem vende para eles, pagando preços baixos para obter um grande lucro. Em alguns casos, podem controlar o mercado, e, por essa razão, os que recolhem não têm a liberdade de vender a outros por melhor preço. Alguns intermediários ajudam os que recolhem alugando-lhes carrinhos e oferecendo empréstimos. Os intermediários também podem ter bons contactos e conhecer bem os negócios, para poderem operar de maneira mais sustentável do que os recém-chegados ao negócio. Os catadores de resíduos por vezes juntam-se para formar cooperativas para juntar e vender o que recuperaram.

A4.2.3 Aspectos ambientais

Presume-se frequentemente que a reciclagem é sempre boa para o ambiente, o que nem sempre é verdade, podendo as autoridades ambientais, em alguns casos, ser obrigadas a proibir algumas das suas formas.

Muitas vezes, há claros benefícios ambientais resultantes da reciclagem, tais como:

- Redução da quantidade de materiais que requerem deposição final em aterro ou incineração, de modo que a poluição do ar ou da água associada à gestão de resíduos

sólidos é reduzida e necessita-se de menos terra para a deposição final de resíduos;

- Redução do consumo de recursos (como petróleo ou minério de cobre) devido à substituição de matérias-primas virgens por materiais reciclados;
- Redução do consumo de energia, uma vez que o reprocessamento de materiais recuperados (como vidro ou alumínio) requer muito menos energia do que quando são usadas matérias-primas virgens;
- Serviços melhorados de recolha de resíduos (por exemplo, catadores que recolhem papel e latas deitados na rua, ou serviços de recolha de resíduos a serem financiados em grande parte por rendimento proveniente da venda de recicláveis).

No entanto, em qualquer situação particular, deve-se considerar também possíveis problemas de saúde e ambientais. Os principais problemas resultantes da reciclagem do sector informal foram listados na parte dedicada ao sector informal. A reciclagem pelo sector formal pode causar os mesmos problemas, mas uma boa gestão e supervisão podem reduzir muito os riscos. A monitoria das operações do sector informal é muito mais difícil por não se encontrarem nos registos oficiais, ocorrerem em pequena escala e serem frequentemente intermitentes. (Por exemplo, alguns processos de reciclagem que produzem muito fumo são operados apenas à noite, de modo que o fumo é mais difícil de detectar).

Ao ponderar estas considerações, note-se que a reciclagem do sector informal proporciona um meio de vida a um grande número de cidadãos em muitas áreas urbanas, tendo um impacto significativo na economia local.

A4.2.4 Questões de propriedade

A organização que recolhe resíduos pode reivindicar a propriedade de todos os resíduos e não permitir que outros reciclem partes deles. No caso de segregação na fonte, pode-se argumentar que os recicláveis que são mantidos separados nunca entram no fluxo de resíduos e, portanto, não são da responsabilidade da entidade responsável pela recolha de resíduos sólidos. Fracasso na resolução desse problema pode levar a disputas e a uma concorrência inútil. Em alguns casos, a legislação define a propriedade dos resíduos.

Materiais recicláveis que são colocados na rua para serem recolhidos por uma entidade oficial podem ser levados por outros antes que o serviço de recolha oficial os possa recolher.

Uma organização (como, por exemplo, uma cooperativa ou uma ONG) pode investir recursos consideráveis em arranjos organizacionais e campanhas de consciencialização pública para estabelecer a segregação na fonte e um esquema de recolha separado para recicláveis segregados. No entanto,

tais actividades podem não garantir a propriedade dos materiais recicláveis, e pode acontecer que outras pessoas estejam a recolher alguns dos recicláveis antes dos operadores de recolha trabalhando para essa organização.

Várias propostas têm sido feitas para instalações de triagem cujo pessoal poderia ser constituído por pessoas do sector informal a trabalhar por conta própria. Muitas vezes, os problemas de repartir os materiais recuperados não são considerados. Uma cooperativa seria uma solução, mas os catadores que estão acostumados a trabalhar individualmente podem ter dificuldade em adaptar-se à partilha do fruto do seu trabalho com os outros.

(Estes aspectos são discutidos em conexão com as estações de transferência, no ponto 8.2.6.)

A4.2.5 Exemplos específicos de reciclagem

a) Compostagem – Em algumas situações, os agricultores simplesmente retiram os resíduos orgânicos dos mercados quando levam os seus vegetais para venda e usam esses resíduos sem nenhum processamento para melhorar a qualidade dos seus solos. Este procedimento ajuda a manter o valor do solo, mas pode reduzir o rendimento das culturas a curto prazo (porque o azoto é absorvido pelos resíduos em decomposição) e resultar em outros incómodos (como a presença de vidro e plástico no solo). A compostagem fornece os mesmos benefícios sem esses inconvenientes. Compostagem é a conversão, por bactérias aeróbicas, de resíduos biodegradáveis (como, por exemplo, resíduos alimentares) num bom condicionador de solo. Outro benefício da compostagem é que reduz a quantidade de resíduos biodegradáveis no fluxo de resíduos, resultando em menos poluição. Uma compostagem viável depende de haver um mercado pronto para o material compostado, a curta distância do local de compostagem, o que geralmente exclui grandes operações de compostagem a favor de compostagem local de pequena escala onde exista um mercado para compostagem em horticultura urbana ou agricultura local.

Em geral, a compostagem mecanizada não se mostrou sustentável nos países em desenvolvimento devido aos altos custos e à curta vida útil do equipamento, bem como aos problemas de encontrar um mercado para o composto suficientemente grande para justificar uma operação mecanizada. No entanto, a compostagem manual em pequena escala de resíduos seleccionados (normalmente os de mercados e de matadouros) pode ser viável. O equipamento necessário nesta escala é constituído apenas por ferramentas manuais e alguns meios para transportar os resíduos para o local de compostagem e o material compostado do local para o usuário. Resíduos sólidos urbanos

geralmente contêm grandes quantidades de materiais problemáticos, incluindo resíduos rodoviários e contaminantes, tais como vidros partidos e plásticos, que não são adequados para compostagem.

Existe uma tendência de se pensar no composto como um fertilizante valioso. De facto, o seu valor fertilizante na forma dos três principais elementos fertilizantes - azoto (N), fósforo (P) e potássio (K) - é bastante baixo. O valor nutricional pode ser reforçado por co-compostagem com lamas de águas residuais, mas os agricultores locais podem ser relutantes em aceitar composto contendo excrementos humanos. O valor real do composto reside nas suas qualidades como um condicionador de solo que retém a humidade em solos arenosos e torna os solos pesados mais fáceis de trabalhar.

Costuma-se supor que há demanda de compostagem num determinado lugar, quando na verdade pode não haver nenhuma. Qualquer demanda de composto existente pode ser rapidamente minada por preocupações com o teor de metais tóxicos e pela presença de fragmentos de vidro ou plástico. Como desenvolver a procura de composto é um processo geralmente lento, é aconselhável iniciar-se a compostagem em pequena escala e ir-se aumentando a produção de acordo com a demanda.

b) A vermicultura usa minhocas para produzir um condicionador de solo de alta qualidade. É mais adequada para operações de pequena escala, e as condições devem ser controladas com muito cuidado.

c) Recuperação de energia – Resíduos sólidos não tratados são queimados em grandes incineradoras para se obter energia, e resíduos após processamento em combustível derivado de resíduos (CDR) são queimados em aplicações industriais. Antes de se tentar qualquer dos processos, é essencial que se investigue cuidadosamente o teor de humidade e a composição dos resíduos (depois da triagem dos trabalhadores informais do sector de reciclagem) em todas as estações, porque o valor energético de alguns resíduos é tão baixo que a incineração não é viável. Enormes somas de dinheiro foram desperdiçadas em países de baixo e médio rendimento com incineradoras e fábricas CDR mal-sucedidas. (Ver também A4.3.1 adiante).

O outro meio de obter energia a partir de resíduos sólidos é permitir que a fracção biodegradável se decomponha na ausência de ar. Um dos produtos desse processo é o gás metano, que pode ser usado como combustível. Se esse processo ocorrer num grande recipiente ou tanque fechado, designa-se digestão anaeróbia ou biometanização. A digestão anaeróbia tem sido usada com sucesso há muitos anos para tratamento de lamas de águas residuais, mas a experiência com o tratamento de resíduos sólidos

ainda se encontra nos estágios iniciais e tem havido muitos fracassos. Há problemas específicos com resíduos sólidos que são causados pela sua heterogeneidade - a grande variedade da composição que neles se encontra - e sua variabilidade.

Um meio mais bem-sucedido de recuperar energia a partir de resíduos sólidos é a captura de gás de aterro sanitário (que contém metano) em grandes aterros sanitários que sejam bem construídos e bem operados.

A4.2.6 Implicações da reciclagem para sistemas de recolha

Por vezes, a reciclagem do sector informal subsidia os serviços informais de recolha primária. Em alguns casos, os trabalhadores deste sector que recolhem resíduos de casas e empresas podem cobrar apenas uma pequena taxa porque ganham a maior parte do que precisam da venda de recicláveis recuperados, e porque não levam o que é rejeitado para um aterro sanitário, evitando assim a taxa de deposição em aterro e o custo do transporte. Os serviços de recolha do sector formal que transportam os resíduos para aterros sanitários podem ter de cobrar significativamente mais, e os serviços de recolha informais podem operar apenas nas partes mais próximas das cidades, onde os resíduos têm mais valor.

Sistemas mecanizados de armazenamento e recolha (que são escolhidos por serem mais higiénicos e eficientes) podem reduzir a reciclagem, uma vez que os cantoneiros de recolha não têm contacto com os resíduos e o acesso dos catadores do sector informal é reduzido. Pequenas estações de transferência (ponto 8.2.4), no entanto, podem facilitar a recolha do sector informal e a reciclagem da fonte, fornecendo um ponto de deposição final próximo para os materiais rejeitados. (Veja-se que a triagem não deve ser feita nessas estações de transferência pequenas devido ao seu espaço limitado e à sua localização em áreas congestionadas.)

Em muitos países, os trabalhadores braçais oficiais de recolha de resíduos gastam uma parte significativa do seu tempo retirando não oficialmente materiais recicláveis dos resíduos que estão a carregar. Essa prática reduz um pouco o volume de resíduos que requerem deposição final e fornece alguma renda extra aos trabalhadores, mas pode aumentar significativamente o tempo necessário para recolher os resíduos e, conseqüentemente, os custos totais de gestão de resíduos sólidos. Não é provavelmente fácil acabar com essa prática.

A segregação dos resíduos sólidos na fonte requer uma recolha selectiva. Esta pode ser feita recolhendo-se diferentes tipos de resíduos em diferentes momentos, mas o intervalo entre as recolhas de resíduos biodegradáveis não deve ser tão longo que resulte em cheiros desagradáveis e

reprodução das moscas. Existem veículos equipados com dois ou mais compartimentos que podem ser esvaziados individualmente. Podem transportar cargas relativamente pequenas, pois pode acontecer que nem todos os compartimentos fiquem cheios em cada viagem. Camiões que transportam resíduos diferentes em vários contentores também podem transportar pequenas cargas, e estas resultam em altos custos unitários. Em muitas situações, o melhor sistema pode ser contratar a recolha de recicláveis secos a pequenas empresas ou deixá-la para o sector informal.

Outra opção para a segregação na fonte pode ser distribuir sacos plásticos de uma determinada cor para resíduos biodegradáveis. Quando cheios e bem fechados, estes sacos podem ser colocados num saco maior, que também contenha os outros resíduos. Durante ou após a recolha, os sacos de lixo biodegradáveis podem ser separados dos demais escolhendo-se todos os sacos da cor específica e removendo-os dos outros resíduos. Como os resíduos húmidos e biodegradáveis são mantidos num saco plástico, essa triagem é mais higiénica e eficiente, e os outros resíduos não são contaminados. No entanto, qualquer forma de segregação na fonte requer um grande esforço de informação e motivação do público.

A triagem de resíduos municipais mistos parece nunca alcançar uma qualidade de composto satisfatória - há sempre algum vidro, como pequenos fragmentos, no composto, e a presença de metais pesados, talvez de poeira, pode causar preocupação. Por isso, é frequentemente útil recolher resíduos para fábricas de compostagem apenas de fontes seleccionadas, como mercados, restaurantes e hotéis, e garantir que resíduos indesejados, como varreduras de rua, sejam recolhidos separadamente.

A compactação de resíduos municipais misturados reduz o valor dos resíduos para reciclagem, uma vez que força os resíduos húmidos biodegradáveis a entrarem em contacto com materiais recicláveis secos, como papel, por exemplo, contaminando-o e tornando mais difícil e menos higiénica a sua separação. Portanto, os resíduos mistos destinados à reciclagem não devem ser transportados em compactadores.

Os camiões compactadores de tambores giratórios (ponto 7.8.4) rasgam os sacos plásticos e misturam os resíduos pela sua acção rotativa. É provável que isso destrua todos os itens de vidro dos resíduos, portanto, se se pretender que os resíduos sejam compostados, será impossível remover todo o vidro. A triagem manual destes resíduos homogeneizados é muito difícil.

Estações de transferência (Cap. 8) podem ser locais adequados para a triagem dos resíduos removendo materiais que podem ser reciclados. (Como foi mencionado, pequenas estações de transferência [ponto 8.2.4] em áreas populosas não são locais adequados para a triagem de resíduos.) Uma

vez que as estações de transferência são frequentemente próximas de áreas residenciais, devem ser projectadas de modo a poderem ser limpas de forma rápida e eficaz no final de cada dia. Nenhum material deve ser armazenado no local durante a noite.

Resíduos perigosos de hospitais, clínicas e outras instalações médicas precisam de tratamento especial. Representam um risco muito maior do que os resíduos sólidos urbanos por serem particularmente infecciosos. Os resíduos mais perigosos são as seringas e outros artigos médicos munidos de agulhas, porque podem conter sangue infectado e facilmente perfurar a pele. Infelizmente alguns componentes destes resíduos perigosos suscitam um alto preço para reciclagem, e as agulhas e seringas podem ser vendidas como brinquedos ou embaladas e revendidas para uso em tratamentos médicos de praticantes ilegais e sem escrúpulos. Se esses resíduos não forem tratados no hospital em que são gerados, é necessário que se desenvolvam meios seguros para os transportar para o local onde são tratados ou descartados. A segurança pode ser garantida por transporte que mantenha os resíduos numa câmara ou num contentor trancados - se também houver uma cuidadosa supervisão das operações de recolha e transporte.

A4.3 TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O objectivo do tratamento de resíduos sólidos é reduzir os custos de transporte ou deposição final, ou reduzir os riscos à saúde e ambiente.

A4.3.1 Incineração

A incineração é a queima de resíduos sólidos a altas temperaturas em câmaras fechadas, sob condições controladas, para que a poluição do ar seja minimizada. Os gases de combustão são limpos para remover partículas suspensas e gases ácidos. É provável que o volume dos resíduos sólidos após a combustão seja menos de dez por cento do volume dos resíduos recebidos, e não atraem moscas nem vermes e não se decompõem. No entanto, as cinzas podem concentrar metais pesados tóxicos e conter componentes solúveis que podem poluir a água. Incineradoras projectadas inadequadamente e mal operadas podem causar uma perigosa poluição do ar. As incineradoras são usadas para resíduos sólidos urbanos e para resíduos perigosos seleccionados. Os processos são caros em termos de custos de capital e custos operacionais, e exigem altos níveis de operação e manutenção.

a) Incineração de resíduos sólidos urbanos – A incineração de resíduos sólidos urbanos não deve ser tentada em países de baixa e média renda, não somente por causa dos custos, mas também porque os resíduos geralmente têm um baixo valor energético devido ao seu alto teor de humidade e à remoção prévia de papel e plástico por catadores. Se os resíduos tiverem um baixo valor energético, é necessário adicionar-se combustível (geralmente petróleo) para manter os resíduos a arder e, caso as temperaturas sejam muito baixas, é provável que ocorram uma inaceitável poluição do ar e danos na incineradora.

Não deve ser considerada uma incineração em larga escala sem uma análise integral dos resíduos e um estudo completo de viabilidade de engenharia. Para demonstrar a inadequação dos resíduos, pode, no entanto, ser necessário proceder-se à avaliação inicial destes para demonstrar que o seu Poder Calorífico Inferior (PCI) (especialmente durante a estação quente e das chuvas) é insuficiente para suportar combustão total e não oferece qualquer possibilidade de recuperação de energia.

b) Incineração de resíduos perigosos – Existem dois tipos de resíduos perigosos para os quais a incineração pode ser recomendada:

■ Resíduos perigosos de saúde (já mencionados no final do ponto A4.2.6) requerem tratamento especial devido ao risco associado de infecção. Esses resíduos perigosos são apenas uma pequena proporção - talvez 20% - do total de resíduos provenientes dos estabelecimentos de saúde, por isso é importante que se mantenham segregados de outros resíduos para que as incineradoras para os tratar possam ser pequenas e os custos minimizados. Essas incineradoras geralmente têm duas câmaras em série e devem operar a uma temperatura de pelo menos 800° C, mas muitas vezes não estão a funcionar correctamente ou não estão mesmo a funcionar. É essencial ter-se um plano de contingência para que os resíduos perigosos continuem a receber tratamento e deposição final eficazes e seguros quando a incineradora designada não estiver operacional. Por vezes, não são usadas incineradoras caras para economizar no custo de combustível. Existem ainda outras formas de tratamento de resíduos perigosos de cuidados médicos, nomeadamente a esterilização a vapor.

■ Os resíduos industriais perigosos podem ser muito tóxicos e poluentes se não forem administrados com cuidado, no entanto, apenas uma pequena percentagem de resíduos industriais é perigosa. A incineração de resíduos perigosos é realmente muito cara, sendo por isso essencial assegurar-se que todos os resíduos tratados desta forma sejam materiais perigosos que exijam incineração.

São usadas incineradoras especiais de alta temperatura. Também é possível queimarem-se resíduos orgânicos perigosos em fornos de produção de cimento. (É muito importante que nenhum resíduo contendo metais pesados perigosos seja incinerado. Esses resíduos devem ser tratados quimicamente antes da deposição em aterros especiais.) Muitos países têm sistemas de rastreamento abrangentes, registando cada etapa da cadeia de recolha, tratamento e deposição final. A finalidade de tais sistemas é garantir que os resíduos perigosos não tenham a sua deposição final com resíduos sólidos urbanos, mas recebam o tratamento necessário, que é muito mais caro do que os métodos usados para os resíduos urbanos.

Resíduos perigosos de cuidados de saúde e industriais não estão incluídos nos resíduos sólidos urbanos, por isso não são discutidos adiante. No entanto, ambos exigem equipamento especial, legislação e execução especiais e técnicas especiais de gestão. O gerador de resíduos perigosos deve ser responsável por assegurar que o seu transporte, tratamento e deposição final estejam de acordo com as exigências da lei.

Em algumas indústrias, os resíduos não perigosos de uma indústria podem ser usados por outra indústria como matéria-prima.

A4.3.2 Enfardamento

O enfardamento envolve a compactação dos resíduos sólidos em grandes cubos, com um volume de cerca de um metro cúbico. O processo requer fortes prensas hidráulicas e equipamento de elevação especial. Diz-se que reduz os custos de transporte e deposição final, e requer menos espaço em aterros sanitários. É muito improvável que o enfardamento de resíduos sólidos urbanos gerais seja economicamente viável em países de baixo e médio rendimento, devido ao custo do equipamento e à alta densidade inicial dos resíduos. Além disso, resíduos com alto teor de material biodegradável decompõem-se nos aterros sanitários acamando-se com uma densidade aparente muito elevada, por isso é provável que o enfardamento resulte em muito pouco em termos de economia de espaço em aterros sanitários (e, portanto, de prolongamento da vida útil do aterro) em tais circunstâncias. No entanto, são vulgarmente usadas pequenas enfardadeiras para materiais recicláveis, tais como plásticos, papel, papelão e latas de alumínio e aço, para reduzir os seus volumes a transportar.

A4.3.3 Redução de tamanho

Redução de tamanho significa cortar ou martelar os resíduos de forma que grandes massas ou pedaços sejam cortados ou quebrados em pedaços menores, o que pode ser feito usando

vários tipos de equipamento, incluindo moinhos de martelo, tambores rotativos e trituradores. Reduzir o tamanho das partículas desta maneira permite que mais resíduos sejam contidos num determinado volume (o que pode trazer poupanças nos custos de transporte) e ajuda a acelerar processos microbiológicos, como a compostagem. Moinhos de martelo exigem muita energia eléctrica e, tal como os trituradores, requerem considerável manutenção. Quando a alta densidade inicial dos resíduos sólidos urbanos na maioria dos países de baixa e média renda é tomada em consideração, há muito pouca razão para a redução de tamanho apenas com o propósito de aumentar a sua densidade aparente. Moinhos de martelo e trituradores podem ter um papel útil na reciclagem de materiais, como, por exemplo, garrafas de vidro e certos plásticos.

A4.3.4 Implicações do tratamento em sistemas de recolha de resíduos

Se os resíduos forem encaminhados para tratamento numa incineradora, a distância a que devem ser transportados será provavelmente menor do que a distância até um aterro, uma vez que a incineradora estará provavelmente mais próxima da área urbana onde os resíduos foram gerados, e os veículos não precisarão de ser adequados para serem conduzidos em terrenos acidentados e macios (como os que se encontram em aterros sanitários). O transporte de cinzas da incineradora para o local de deposição exigirá apenas uma pequena capacidade.

Os resíduos perigosos - sejam eles de saúde ou industriais - são normalmente transportados em contentores que são levados numa carroçaria do tipo caixa fechada, muitas vezes equipados com uma plataforma elevatória para ajudar no carregamento e descarregamento de contentores pesados.

A4.4 REFLEXÕES SOBRE PROCESSOS DE TOMADA DE DECISÃO

À escala internacional, não é possível generalizar-se como as decisões referentes à reciclagem, tratamento e deposição final são tomadas. Há, no entanto, alguns indícios de que as atitudes ou crenças que se seguem contribuem para uma tomada de decisões imprudente nos campos de reciclagem, tratamento e deposição final de resíduos sólidos.

■ **A vontade de ser moderno** – Atitudes deste tipo podem ser caracterizadas como “Queremos o melhor”, “Devemos ter o mesmo que a Suíça (ou a Suécia, ou...)”, ou “Sofisticação quer-se sempre”. Podem derivar da crença em que a gestão de resíduos é igual em todo o mundo e que as diferenças nas características dos resíduos, custos

de mão-de-obra e capacidade financeira não têm impacto sobre a adequação da tecnologia. Decisões que favorecem a modernidade dessa forma podem ser tomadas após visitas de vendedores sem escrúpulos que, com palavras persuasivas, oferecem vários tipos de incentivos para se comprar o seu tipo específico de equipamento. Noutros casos, funcionários das autoridades locais que foram levados em visita de estudo a um país estrangeiro voltam para o seu local de trabalho determinados a introduzir o que foi mostrado durante a viagem, e podem ser relutantes em considerar alternativas. No entanto, quase inevitavelmente, o equipamento sofisticado dos países industrializados tem altos custos operacionais e de manutenção nos países em desenvolvimento, e depende de dispendiosas peças sobressalentes importadas, com longos prazos de entrega.

- **Outros sistemas foram tentados e falharam** – Alguns dos decisores podem procurar uma nova abordagem por terem tentado uma alternativa anterior que consideram ter falhado. Por exemplo, pode ter havido uma fábrica de compostagem na área que tenha falhado por alguma razão, e o decisor não investiga as razões do fracasso, mas procura uma nova tecnologia (que, se for mais sofisticada, tem ainda maior probabilidade de falhar). Da mesma forma, uma cidade que tenha tido uma experiência mal sucedida com aterros sanitários, em vez de investigar a causa dos problemas, considera o aterro sanitário inviável como solução, investindo então fortemente na incineração. Se não se puder contar com perícia e outros recursos para operar um aterro sanitário, é muito improvável que possam operar uma incineradora com sucesso.
- **Podemos ganhar dinheiro com isso** – A ideia de que o lixo pode ser transformado em ouro intoxica algumas pessoas. Vêem os trabalhadores do sector informal a viver da reciclagem de resíduos e acham que podem enriquecer ou que os serviços de gestão de resíduos sólidos podem ser financiados com os recursos da reciclagem. Os contratos são redigidos de modo que os operadores das instalações de reciclagem devam pagar pelos resíduos que levam. A experiência indica ser muito difícil financiar a operação de instalações de reciclagem em larga escala apenas com a venda de materiais recuperados.
- **Não se preocupe com a operação** – Foram construídos imensos bons aterros sanitários, mas rapidamente degeneraram em lixeiras a céu aberto porque não se investiu nenhum dinheiro nem nenhuma reflexão na etapa de operações. A motivação, o conhecimento e a senioridade do gestor do aterro são cruciais para o sucesso da operação de um aterro sanitário. Podem ser investidas enormes somas na instalação de fábricas de reciclagem

e tratamento, mas, se a etapa de operação estiver mal preparada e a manutenção for negligenciada, não se pode esperar nenhum sucesso duradouro. Deve haver uma provisão orçamental fiável e suficiente para todos os custos operacionais, incluindo os de manutenção e substituição de maquinaria, e deve ser indicado um gestor local motivado e treinado (que esteja disposto a passar quase todo o seu tempo de trabalho no local).

- **Moeda externa? Não há problema** – As instalações de reciclagem e tratamento são frequentemente criadas com moeda externa, seja de empresas privadas seja de agências de desenvolvimento governamentais. Como aparentemente não requerem financiamento local, os decisores prestam pouca atenção à viabilidade do projecto. Os custos depressa se tornam evidentes, com os de operação e manutenção a revelarem-se maiores do que o esperado. São aplicadas cláusulas de penalização por não ser entregue o tipo certo ou a quantidade devida de resíduos. Mesmo que não haja custos financeiros, é provável haver uma fuga de pessoal qualificado dos principais serviços de gestão de resíduos sólidos para a operação dessa instalação. Como diz o ditado, não existem almoços grátis. E

o termo “empréstimo suave” deve fazer soar a campainha. Ainda que o empréstimo seja “flexível”, o capital tem de ser pago, e à pequena taxa de juro devem ser acrescidos os custos adicionais causados por qualquer depreciação da moeda local em relação à moeda do empréstimo. As experiências operacionais com grandes instalações de reciclagem e tratamento, e a falta de sucesso comercial dessas instalações, sugerem fortemente que a instalação não gerará a taxa de retorno prevista no estudo de viabilidade. Mesmo que o financiamento venha do exterior, a proposta deve ser examinada cuidadosamente.

- **Qualquer pessoa pode decidir** – Um último problema é que as decisões sobre equipamento de gestão de resíduos geralmente parecem ser tomadas por decisores seniores sem referência aos técnicos que administram o sistema de gestão de resíduos sólidos, ou a consultores com *know-how* prático. Parece acreditar-se que a gestão de resíduos sólidos é um assunto muito simples que toda a gente entende, e que qualquer um pode tomar uma boa decisão sobre que equipamento é necessário. O facto de haver tantos fracassos na gestão de resíduos sólidos indica que as coisas não são tão simples assim.

A5.1 INTRODUÇÃO

Como foi já mencionado, há dois extremos na eliminação de resíduos – a deposição em lixeiras a céu aberto e a deposição em aterro sanitário. Há também passos intermédios em que algumas práticas benéficas da deposição em aterro sanitário, mas não todas, são implementadas. Tais passos intermédios podem ser referidos como deposição controlada e deposição em aterro simplificado.

Apesar dos esforços de engenheiros e várias organizações internacionais e bilaterais para promover a deposição em aterros sanitários, ainda é lamentável que existam pouquíssimos aterros sanitários em países de baixo e médio rendimento. Algumas possíveis razões para este estado de coisas foram indicadas em A4.5.

As técnicas de deposição em aterro sanitário foram desenvolvidas ao longo de décadas e ainda estão a ser aperfeiçoadas. Fornecer detalhes dessas técnicas está fora do âmbito deste livro. O que aqui se considera apropriado é apenas uma breve introdução a essas técnicas e máquinas de deposição final, juntamente com alguns comentários sobre os requisitos dos veículos de recolha que descarregam os resíduos nos locais de deposição final. Mais informação sobre a deposição em aterros sanitários pode ser encontrada nas fontes mencionadas na Bibliografia (Anexo A6.2).

As técnicas modernas de deposição em aterro sanitário e as máquinas normalmente recomendadas para este fim são adequadas para grandes locais que eliminam resíduos gerados por populações pelo menos na ordem das centenas de milhares. Existem, no entanto, muitos casos em que não é economicamente viável transportar resíduos para um grande local. As cidades de pequena dimensão que são relativamente isoladas das grandes cidades precisam de um método de aterro adequado ao seu tamanho e recursos e às características dos resíduos (conforme chegam à fase de deposição final após quaisquer actividades de reciclagem). Este Anexo inclui detalhes de um método proposto para operar pequenos aterros sanitários em que se utiliza equipamento já bem testado em outras aplicações, mas que na operação de aterros pequenos ainda se encontra em fase experimental e precisa de ser comprovado. Os autores esperam que um ou mais leitores deste livro possam pegar nestas ideias, desenvolvê-las e prová-las na prática.

A5.1.1 Deposição a céu aberto

Embora seja, de longe, o método de deposição mais comum em muitos países, a deposição a céu aberto causa muitos problemas. Os resíduos são descarregados onde quer que o motorista do camião de recolha encontre um espaço que lhe convenha. O acesso a partes do local pode ser bloqueado por pilhas de resíduos, acumulações de água ou terrenos acidentados. Geralmente há muitos pequenos incêndios fumegantes. Esses incêndios podem ser iniciados por catadores, por diversos motivos, ou por funcionários municipais, na tentativa de contrariar a criação de moscas e reduzir o volume de resíduos. Moradores vizinhos podem acender fogos para controlar os insectos e ratos. Alguns fogos também podem ser despoletados por processos naturais, pedaços de vidro focalizando os raios solares, ou o depósito de cargas incandescentes. Os fogos não devem ser tolerados devido aos impactos na saúde causados pela inalação de fumos, particularmente gases tóxicos de dioxinas e furanos gerados pela queima de certos plásticos⁴⁸. Cheiros de resíduos putrefatos aumentam os problemas de fumo. Os resíduos em decomposição produzem líquido nocivo, conhecido como lixiviado, especialmente durante as estações chuvosas. Este lixiviado flui para cursos de água e águas subterrâneas, contaminando o abastecimento de água. Procurar materiais no local de deposição final é uma ocupação perigosa para os catadores, particularmente onde resíduos médicos perigosos (como lâminas e artigos com agulhas) estão misturados com os resíduos urbanos em geral.

A5.1.2 Deposição controlada

Muitas vezes, é difícil passar da deposição a céu aberto para a deposição em aterro sanitário num só passo. Em muitos casos, é mais apropriado actualizar gradualmente as operações de deposição final, desenvolvendo conhecimento especializado e demonstrando aos decisores que existe uma alternativa à deposição a céu aberto. O primeiro passo para controlar um local de deposição final deve ser acabar com todos os incêndios no local. (Pode ser muito difícil conseguí-lo se os catadores estiverem determinados a con-

⁴⁸. Numa situação típica, um levantamento feito numa pequena vila a favor do vento a partir de um local de deposição a arder no Egipto mostrou que 92,1% dos habitantes da vila achavam que a lixeira adjacente afectava a sua saúde e 89% indicaram sofrer de algum tipo de doença respiratória. Isto indica claramente os gravíssimos perigos causados pela queima de resíduos a baixas temperaturas. Fonte: SEAM Solid waste management case study, Sobag City, 1999.

tinuar com a queima de resíduos, mas é essencial.) O passo seguinte pode ser melhorar o acesso ao local, desenvolvendo ou melhorando as estradas do local e nivelando os resíduos para que os camiões possam passar por cima deles. Cobrir os resíduos com solo ajudará a reduzir o número de moscas e pássaros e melhorará a aparência do local. Em alguns casos – onde há baixo risco de poluição da água graças ao clima, às camadas de solo natural, à topografia, à distância para fontes de água e à profundidade do lençol freático – esta pode ser uma opção satisfatória para comunidades mais pequenas. A chave para o sucesso dessas actividades de requalificação é o(a) gestor(a) do local – se ele(a) entender as razões para as melhorias necessárias e tiver motivação e autoridade para as implementar no dia-a-dia.

A5.1.3 Deposição em aterro sanitário

O objectivo da deposição em aterro sanitário é a deposição final de resíduos sólidos de forma a causar um impacto mínimo sobre o ambiente, e a um custo mínimo. Para a operação ser económica, o local deve ser bem gerido para que possa ser ali colocada a quantidade máxima de resíduos. As quatro etapas da deposição em aterro sanitário são selecção do local, preparação do local, operação e gestão pós-encerramento.

a) Selecção do local – O local de um novo aterro deve ser cuidadosamente seleccionado, tendo em conta a topografia, geologia e recursos hídricos, o uso da terra, a distância a que ficam os centros de geração de resíduos, as rotas de transporte que ligam o local a esses centros e a distância que o separa das habitações e aeroportos. Não se pode esperar que os residentes mais próximos acolham bem o local, mas é importante garantir a sua aceitação.

Muitas vezes há claras economias de escala com os aterros sanitários – o custo de depositar uma tonelada de resíduos num determinado aterro é menor se mais resíduos forem ali descartados. Os aterros sanitários necessitam de uma boa gestão e é mais fácil encontrar um bom gestor para um grande local do que cinco bons gestores para cinco pequenos locais. Estas são as duas principais razões a favor de grandes aterros regionais que sirvam várias cidades e vilas. É claramente necessário considerar os custos de transporte dos resíduos quando está a ser considerado um aterro regional.

Embora grandes aterros sanitários regionais ofereçam claras vantagens em muitos casos, há muitas situações em que as distâncias de transporte são muito grandes ou há forte oposição política à aceitação de resíduos de outro estado ou comunidade. Por essas razões, é necessário que se construa e se opere um local pequeno demais para ser

operado da mesma forma que um grande aterro sanitário. Tendo em mente os objectivos e requisitos básicos do aterro sanitário, devem ser desenvolvidos procedimentos operacionais, utilizando equipamento especialmente adaptado ou compartilhando equipamento com outros departamentos municipais, para que os objectivos ambientais dos aterros sanitários possam ser alcançados a um custo razoável. O ponto A5.4 abaixo descreve uma nova abordagem inovadora para a operação de pequenos aterros sanitários.

b) Preparação do local – Há muitos factores a serem considerados ao projectar-se e construir-se um aterro, mas os principais problemas são a poluição da água e a eficiência operacional. A água contaminada dos resíduos é impedida de atingir os recursos hídricos por uma camada impermeável que pode ser um leito de argila natural abaixo do local, ou uma barreira artificial construída usando argila importada, telas de plástico, betume ou solo misturado com bentonite. O líquido poluído ou *lixiviado* que é retido pela barreira impermeável é recolhido por um sistema de drenagem e tratado⁴⁹, de modo que somente água relativamente limpa seja descarregada para o ambiente. Tanto quanto possível, o escoamento superficial é impedido de atingir os resíduos, a fim de minimizar a quantidade de água que fica poluída. Como um aterro sanitário deve incluir uma barreira de retenção do lixiviado, não pode ser construído numa lixeira existente, a menos que haja uma barreira de solo naturalmente impermeável e um meio de recolher lixiviados antes que possam sair do local. Geralmente, é uma grande tarefa converter lixeiras a céu aberto existentes ou até mesmo lixeiras controladas para aterros sanitários. A construção pode ser faseada e, quando dividida pela tonelagem total de resíduos recebidos e expressa como custo unitário, o custo pode não ser muito elevado, mas representa uma despesa de capital significativa e é, na maioria dos casos, um custo adicional que não foi pago antes.

c) Operações – Uma compactação contínua dos resíduos no aterro faz o melhor uso do espaço vazio e promove a decomposição. A compactação e cobertura diária dos resíduos controla cheiros, insectos e ratos. É necessário um alto nível de gestão, com rigoroso controlo dos tipos de resíduos que chegam ao aterro. São necessárias grandes quantidades de material de cobertura diária, envolvendo escavação, transporte e espalhamento deste material. As emissões de gases dos resíduos em decompo-

⁴⁹ O lixiviado pode ser tratado no local, retirado por tanque ou bombeado para uma estação municipal de tratamento de águas residuais, recirculado para os resíduos depositados ou evaporado em bacias impermeabilizadas.

sição (principalmente metano e dióxido de carbono) são drenadas e podem ser queimadas no local ou (no caso de grandes aterros) usadas como fonte de combustível para a operação de veículos ou geração de electricidade.

d) Gestão pós-encerramento – quando o local é encerrado para a recepção de mais cargas, deve ser restaurado para uma aparência natural. Os resíduos continuarão a decompor-se e a assentar por alguns anos, gerando metano e lixiviados. Devem, por isso, ser monitorados e deve ser realizada alguma acção correctiva.

A5.2 ESTRATÉGIA DE DEPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

Os locais de deposição de resíduos situam-se geralmente a alguma distância das áreas urbanas por eles servidas, pelo que podem ser ignorados ou esquecidos e não receberem grande prioridade quando estão a ser preparados os orçamentos. Embora os custos unitários possam estar significativamente abaixo dos custos unitários da recolha, pode ser difícil encontrar a verba adicional e angariar o capital necessário. Mesmo uma medida a meio caminho para uma deposição controlada e bem gerida pode ser um grande passo para aliviar uma situação perigosa e insalubre existente.

A poluição da água é uma questão que requer uma clara reflexão.

■ Costuma-se presumir que o lixiviado é causado apenas pelas chuvas, razão pela qual não se implementam medidas para o seu controlo em aterros sanitários construídos em climas áridos. No entanto, a experiência na área intermédia da Faixa de Gaza (que tem um clima semiárido) indica que grande parte das águas residuais conhecidas como lixiviados, tem na verdade origem nos próprios

resíduos, e é libertada pela compactação e decomposição microbológica destes. Se os resíduos estiverem secos (por os alimentares terem sido removidos para alimentar animais) e a chuva for mínima, pode, de facto, haver pouco lixiviado.

- A recolha de lixiviado não traz benefícios se ele não for tratado de forma eficaz. Muitas vezes dá-se grande atenção ao revestimento e ao sistema de drenagem e pouca à gestão do lixiviado que é colectado por esses elementos, de modo que o lixiviado é libertado em fluxo concentrado (fonte pontual) ao invés de ser disperso por toda a área do aterro (permitindo assim a possibilidade de algum tratamento natural se as condições do solo forem favoráveis). O lixiviado é difícil de tratar, pelo que a evaporação e a recirculação são opções atractivas, desde que os odores resultantes não se tornem motivo de oposição pública.
- As concentrações de metais pesados poluentes no lixiviado podem ser baixas se não houver resíduos industriais que contenham esses metais, ou altas, se certas indústrias (como fábricas de galvanoplastia e tintas) enviarem os seus resíduos para o local.

Existe uma tendência nos países em desenvolvimento de as agências de protecção ambiental adoptarem uma legislação baseada no aconselhamento de consultores ambientais estrangeiros que recomendam padrões equivalentes aos impostos nos países mais industrializados, onde somente se aceita a deposição em aterro sanitário. Como resultado, em muitas situações em que novos aterros sanitários estão a ser considerados, as propostas de alto custo apresentadas estão simplesmente além dos meios que as autoridades locais possuem e da vontade de pagar dos moradores. Os padrões são inaplicáveis e insustentáveis. Consequentemente, nada é feito e os locais de deposição a céu aberto existentes continuam a causar poluição e problemas de saúde. Uma melhoria gradual é certamente preferível a nenhuma melhoria, mas

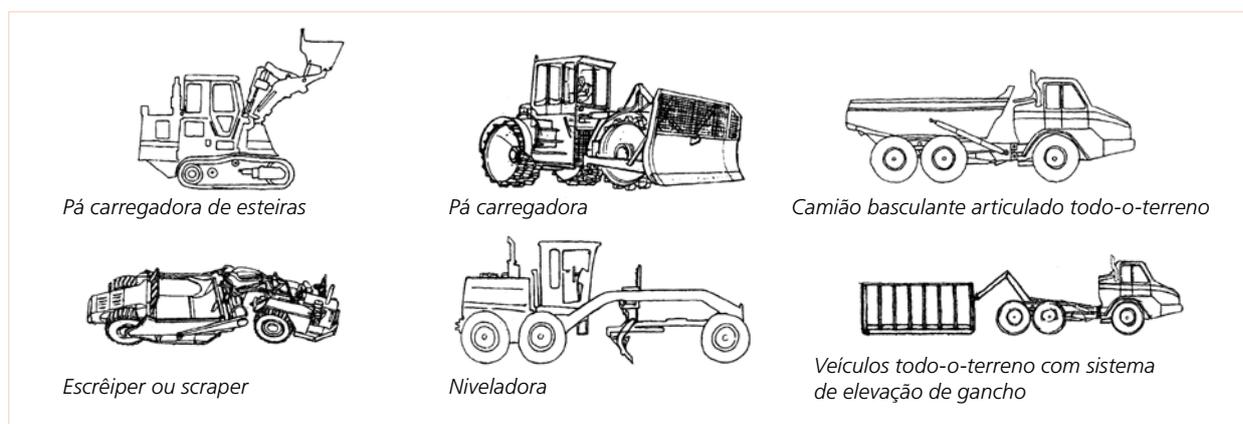


Figura A5.1 Maquinaria utilizada num local de aterro de grande dimensão.

por vezes os regulamentos ou normas ambientais exigidas pelas agências de cooperação para o desenvolvimento impedem que sejam feitas melhorias, mantendo, pelo contrário, o estado de coisas existente.

As estratégias de eliminação de resíduos devem ter em conta as capacidades financeiras e humanas locais e esforços directos no sentido de se obterem melhorias realistas e sustentáveis, mesmo que não se consiga alcançar o ideal a curto ou médio prazo.

A5.3 EQUIPAMENTO PARA A OPERAÇÃO DE GRANDES ATERROS

Tanto para locais de deposição controlada como para aterros sanitários, é necessário equipamento móvel para os fins abaixo mencionados. Alguns dos equipamentos mencionados são ilustrados na Figura A5.1.

- a) Preparação das células** – Os aterros são geralmente divididos em células, enchendo-se uma célula principal antes de se iniciar o enchimento da seguinte. As células podem ser formadas escavando-as ou construindo-se uma banqueta ao redor do perímetro. Usam-se escavadoras, pás carregadoras de rodas ou de esteiras para escavar ou construir células e constituir a pilha de reserva de solo de cobertura, mas em locais de dimensão mais pequena essas máquinas não são permanentemente necessárias, podendo, por isso, ser levadas para a construção da célula conforme necessário.
- b) Espalhamento dos resíduos** – usando um buldózer, uma pá carregadora de esteiras ou um compactador de aterro. Para permitir que os resíduos sejam compactados, eles devem ser colocados em camadas com menos de 50 cm de espessura.
- c) Compactação e nivelamento dos resíduos** – Os resíduos são compactados para reduzir a dimensão do espaço vazio necessário e para controlar insectos e roedores. Isso é normalmente feito com um compactador de aterro de custo elevado, especialmente projectado para essa finalidade, ou com um buldózer puxando um cilindro de pés de carneiro (Resultado semelhante pode ser alcançado, embora não de forma tão eficiente, com um buldózer ou carregadora de esteiras movimentando-se várias vezes para a frente e para trás sobre os resíduos, mas a pressão exercida por um veículo de esteiras é baixa, porque o peso da máquina é distribuído pelas esteiras por uma grande área. No entanto, podem daí advir custos consideráveis de manutenção associados, por exemplo, ao elevado desgaste das esteiras.)

d) Espalhamento de material de cobertura – para evitar que os resíduos voem e impedir que neles se reproduzam moscas e roedores, a prática habitual de deposição em aterro é cobrir os resíduos compactados todos os dias com uma fina camada de solo. Este procedimento implica escavar e transportar solo de uma fonte próxima. Pás carregadoras de rodas e camiões basculantes são comumente usados para essa finalidade. Os buldózers são geralmente usados para espalhar e nivelar o solo de cobertura, mas grandes aterros podem usar escrêperes (ou scrapers) motorizados ou rebocados e motoniveladoras. Novamente, a compra e a operação de todas essas máquinas é dispendiosa.

e) Construção e manutenção de estradas do local – é uma função importante para garantir que os camiões possam circular no local sem dificuldades ou danos. Uma motoniveladora é útil para esse propósito.

f) Depois de cada célula ser enchida – é colocada uma cobertura temporária ou final, geralmente impermeabilizada por argila ou uma membrana plástica. O solo de cobertura é espalhado na cobertura final e semeado para promover o crescimento de vegetação, o que estabiliza o solo.

Equipamentos fixos, como básculas, instalações de escritórios, bombas, iluminação, equipamentos de controlo de gás e sistemas de tratamento de águas residuais também são necessários, mas não serão aqui discutidos.

A manutenção da maquinaria usada nos aterros é de crucial importância e deve ser gerida de acordo com os princípios de manutenção preventiva planeada que foram apresentados no ponto 9.5 e no Anexo A2.

Pelo exposto acima é possível ver-se que a preparação, a operação e o encerramento de um aterro são processos dispendiosos que exigem equipamento caro e altos níveis de gestão. O equipamento necessário normalmente custa um mínimo de 200.000 USD (preços de 2008) até mesmo para um aterro relativamente pequeno usando apenas uma pá carregadora de esteiras. (Este tipo de máquina pode lidar com até 200 toneladas de resíduos por dia, mas uma segunda máquina também será necessária como reserva para o caso de avarias.) Pode ser preciso gastar-se mais de um milhão de dólares (preços de 2008) no equipamento que é necessário para aterros de maiores dimensões.

Todo o equipamento utilizado para esses fins pode ser obtido em diversos tamanhos, com custos que dependem do peso e da potência do motor de cada máquina. Se forem necessários vários tipos de máquinas diferentes, os custos totais do equipamento podem ser muito elevados. A selecção e especificação do equipamento a ser utilizado depende

do tamanho do aterro (em termos de toneladas de resíduos depositados por dia). Um aterro de tamanho médio pode ter apenas uma pequena pá carregadora de esteiras com um balde e uma lâmina para fins múltiplos, sendo os outros equipamentos levados para o local de tempos em tempos. Um local muito grande pode usar a maioria das máquinas apresentadas na Figura A5.1, juntamente com uma pá carregadora de rodas e uma escavadora de esteiras de 360°.

Um local de deposição controlada pode requerer equipamento móvel apenas uma vez mais ou menos a cada três dias, e o equipamento da autoridade local existente para a construção de estradas pode ser suficiente para a construção de um local de deposição final de pequena ou média dimensão. As operações podem ser mantidas usando uma pá carregadora de esteiras de uso geral que é levada para o local a cada três dias. No entanto, a deposição em aterro sanitário requer que os resíduos sejam espalhados e cobertos diariamente, sendo necessário que algum equipamento esteja disponível no local todos os dias, com equipamento de reserva para cobrir os períodos de manutenção e avarias. Uma cuidadosa selecção de unidades que possam desempenhar várias funções pode ajudar a reduzir os custos de investimento, mas a compra de equipamento convencionalmente necessário até



Foto A5.1 A alfaia agrícola de espalhamento de resíduos.



Figura A5.2 A alfaia agrícola de espalhamento de resíduos.

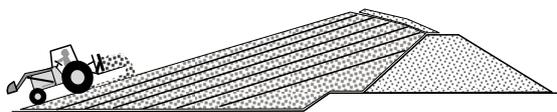


Figura A5.3 Espalhamento e compactação de resíduos usando um tractor equipado com uma alfaia.

mesmo para um pequeno aterro sanitário está para além das possibilidades de muitos municípios.

Foi apresentada uma proposta por um dos autores para um sistema operacional de aterro de baixo custo para pequenos aterros sanitários. As operações são realizadas usando um tractor agrícola em conjunto com vários acessórios e um reboque basculante, para se poderem executar todas as funções de deposição em aterro listadas no início deste capítulo. Apresenta-se em seguida essa proposta.

A5.4 SISTEMA PROPOSTO PARA O USO DE TRACTORES AGRÍCOLAS NA OPERAÇÃO DE PEQUENOS ATERRÓS

A5.4.1 Cidades de pequena dimensão têm sido negligenciadas

A maior parte dos estudos de gestão de resíduos sólidos para países em desenvolvimento têm-se concentrado nas maiores cidades, dando muito pouca atenção aos, de longe, muito mais numerosos pequenos centros urbanos, que frequentemente têm populações combinadas maiores do que as populações das maiores cidades. Em África, por exemplo, menos de 20% da população vive em cidades com mais de um milhão de habitantes. No entanto, existem muitas pequenas cidades com uma população de 20.000 a 1.000.000 de habitantes, que, juntas, representam uma maior população do que a das maiores cidades.

Essas cidades menores costumam ser as que apresentam a mais rápida taxa de crescimento e a menor experiência para identificar os sistemas de gestão de resíduos apropriados às suas menores necessidades. Geralmente ignoram os problemas causados pela deposição descontrolada dos seus resíduos, depois de porventura olharem para os sistemas recomendados para as grandes cidades e decidirem que esses sistemas estão totalmente para além dos seus limitados recursos. Se de facto construírem um aterro sanitário (eventualmente com equipamento fornecido por uma agência de ajuda ao desenvolvimento) e tentarem operá-lo da maneira convencional com máquinas caras e de alta potência, poderão ficar rapidamente desencorajadas devido às altas demandas em termos de custos operacionais e conhecimento especializado.

Os consultores que trabalham para as agências doadoras geralmente recomendam para as pequenas cidades os mesmos sistemas que têm recomendado para as grandes cidades. Esses sistemas de capital intensivo exigem maquinaria grande e dispendiosa e gestores de aterros com formação, que geralmente não estão disponíveis em cidades menores. O efeito de tudo isso é que as propostas apresentadas pelos con-

sultores e outros especialistas raramente são implementadas ou revelam-se insustentáveis a longo prazo. Como resultado, não se consegue nenhuma melhoria duradoura na deposição final.

Num país típico de baixa renda, cada pessoa gera entre 0,2 e 0,4 kg de resíduos por dia. (Essas quantidades variam muito de país para país.) No entanto, nem todos esses resíduos chegam aos veículos de recolha. Para o ilustrar, será usado o valor de 0,3 kg/habitante/dia para a quantidade de resíduos que chega ao local de aterro. Uma pequena pá carregadora de esteiras com um balde e uma lâmina para fins múltiplos, juntamente com uma segunda máquina de reserva, seria capaz de lidar com os resíduos de uma cidade de até 600 mil pessoas num país de baixo rendimento. É, porém, necessário um sistema muito menos dispendioso, adequado para cidades menores, como, por exemplo, uma cidade de 200.000 pessoas com uma geração de resíduos de umas 60 toneladas/dia. Não há presentemente disponível nenhum sistema comprovado para essa quantidade de resíduos.

A5.4.2 Equipamento para o sistema de pequeno aterro proposto

A proposta aqui descrita é um sistema baseado num único tractor agrícola equipado com vários acessórios que lhe permitem realizar todas as seis funções listadas em A5.3. Antes da descrição detalhada desse sistema, é importante realçar-se que, até no momento em que se escreve este livro, essa abordagem inovadora para a deposição em aterro de pequena escala não foi implementada. Os primeiros ensaios foram realizados no Egipto, já quase no fim de um programa, numa altura em que já não foi possível concluí-los. No entanto, cada passo do sistema emprega uma tecnologia comprovada, e cada um dos processos e acessórios usados tem sido bem comprovado em condições agrícolas, razão pela qual não haverá motivos para que não seja bem sucedido. Recomenda-se que esta abordagem seja considerada experimentalmente em pequenas cidades onde não há disponibilidade financeira para equipamento convencional de aterro.

O sistema é operado pelo tractor e pelos acessórios seguidamente descritos.

a) Tractor – Tractor de tracção às quatro rodas de 70 a 75 cv (52 a 56 kW) com braços de elevação hidráulica (engate traseiro de três pontos) e contrapesos dianteiros. O tractor também é equipado com um engate automático⁵⁰ para puxar um reboque e acoplamentos hidráulicos de rápido

desacoplamento para operar os acessórios descritos adiante – uma alfaia de espalhamento, uma lâmina niveladora e uma pá carregadora. O motorista deve ser protegido de sol forte e chuva por uma cobertura ou uma capota.

Ao operar sobre certos tipos de resíduos, pode haver o problema de furos frequentes nos pneus, mas não é provável que isso aconteça na maioria dos países em desenvolvimento. Se, no entanto, o tractor sofrer muitos furos, pode ser equipado com rodas de aço fabricadas localmente, semelhantes às comumente usadas em compactadores de resíduos, ou podem encher-se os pneus do tractor com espuma de poliuretano para que fiquem à prova de furos.

b) Alfaia de espalhamento de resíduos – As alfaias de espalhamento foram muito usadas na Europa para fazer silagem de pasto (pasto fermentado usado como ração de gado durante o inverno) nas décadas de 70 e 80, antes de os agricultores mudarem para a silagem enfiada. Uma alfaia de espalhamento de resíduos (Figura A5.2 e Foto A5.1) consiste numa plataforma larga de dentes de aço em toda a largura do tractor, e uma lâmina que pode empurrar lentamente o material para fora dos dentes. Uma alfaia de espalhamento de resíduos pode ser acoplada em apenas um ou dois minutos ao engate traseiro *standard* de três pontos do tractor por meio de três pinos e uma conexão de mangueira hidráulica de rápido desacoplamento.

Esta alfaia de espalhamento pode pegar e transportar cargas até 500 kg. Num aterro pequeno, seria usada para recolher resíduos de onde são descarregados do camião de recolha e transportá-los para a frente de trabalho do aterro. A placa de pressão accionada hidráulicamente empurraria lentamente os resíduos para fora da alfaia de espalhamento e, enquanto o tractor está a fazer marcha-atrás, os resíduos seriam compactados pelas rodas traseiras do tractor à medida que lhes passam por cima. As rodas dianteiras do tractor compactam ainda mais os resíduos. O tractor move-se então para a frente e para trás algumas vezes, cada uma delas numa linha que é a largura de um pneu do tractor para o lado da linha anterior. Cada vez que o tractor passa sobre os resíduos, compacta os resíduos frescos directamente sob as suas rodas. A Figura A5.3 ilustra uma alfaia agrícola de espalhamento de resíduos e o método para a operar.

Durante os testes originais no Egipto, constatou-se que o espaçamento de 15 cm dos dentes horizontais na alfaia para espalhamento de resíduos para silagem *standard* era muito largo, e, por isso, os resíduos soltos caíam entre os dentes. Foram dadas instruções para se colocarem dentes adicionais, mas o projecto no Egipto terminou antes que se pudesse fazê-lo e concluir os testes. Uma alternativa

50. O engate automático é utilizado para levantar hidráulicamente e fixar a lança de um reboque de duas rodas.

seria fabricarem-se alfaias de espalhamento especiais com dentes com um espaçamento de 10 cm (entre centros). As alfaias de espalhamento são tipicamente cerca de 20 cm mais largas que o tractor.

c) Acessório do carregador frontal – O tractor deve estar provido de um carregador frontal para serviço pesado com um balde de escavação. Este acessório será usado para escavar as células, carregar material de cobertura no reboque e espalhar este material sobre os resíduos depositados.

d) Reboque – O tipo mais adequado seria um reboque *scow-end*⁵¹ com uma capacidade de seis toneladas, aberto na parte traseira e com um cilindro basculante hidráulico que pode ser operado a partir do assento do tractor. Este reboque será usado para transportar o material de cobertura. O reboque deve ter apenas duas rodas porque estes reboques são mais manobráveis do que os de quatro e transferem parte do seu peso para as rodas traseiras do tractor para melhorar a tração em terreno macio. O

engate automático no tractor permite que o reboque seja solto e acoplado rapidamente ao carregar o material de cobertura usando o acessório do carregador frontal.

e) Lâmina niveladora – Usa-se uma lâmina niveladora simples que pode ser fixada ao tractor pelo engate traseiro de três pontos para nivelar a cobertura diária após o espalhamento e compactação dos resíduos, e para nivelar e assegurar o declive do material de cobertura final.

Com base na experiência de utilização deste sistema para a produção de silagem, estima-se que seja capaz de espalhar, compactar e cobrir até 75 toneladas de resíduos por dia. Normalmente, essa seria a geração diária de resíduos de uma população de até 250.000 habitantes. No entanto, considera-se mais realista esperar que um tractor lide com os resíduos de até 200.000 pessoas, para permitir tempo para revisão e manutenção.

O local deve ter um espaço seguro vedado ou uma garagem para abrigar o equipamento e armazenar combustível.

O custo deste sistema seria de cerca de 50.000,00 USD (com preços de 2008), o que é apenas uma pequena fracção do custo do sistema de pá carregadora de esteiras. Como em todos os sistemas, deve estar disponível uma segunda máquina de reserva para cobrir avarias e manutenção.

51. Um reboque *scow-end* tem um piso inclinado para cima na extremidade traseira para que a carga possa ser retida e despejada sem necessidade de se operar uma porta traseira. Para este propósito, o reboque deve inclinar-se mais abruptamente e pode precisar de um cilindro hidráulico de acção dupla para começar a baixar a carroçaria basculada, enquanto o centro de gravidade se encontra atrás do ponto de articulação.

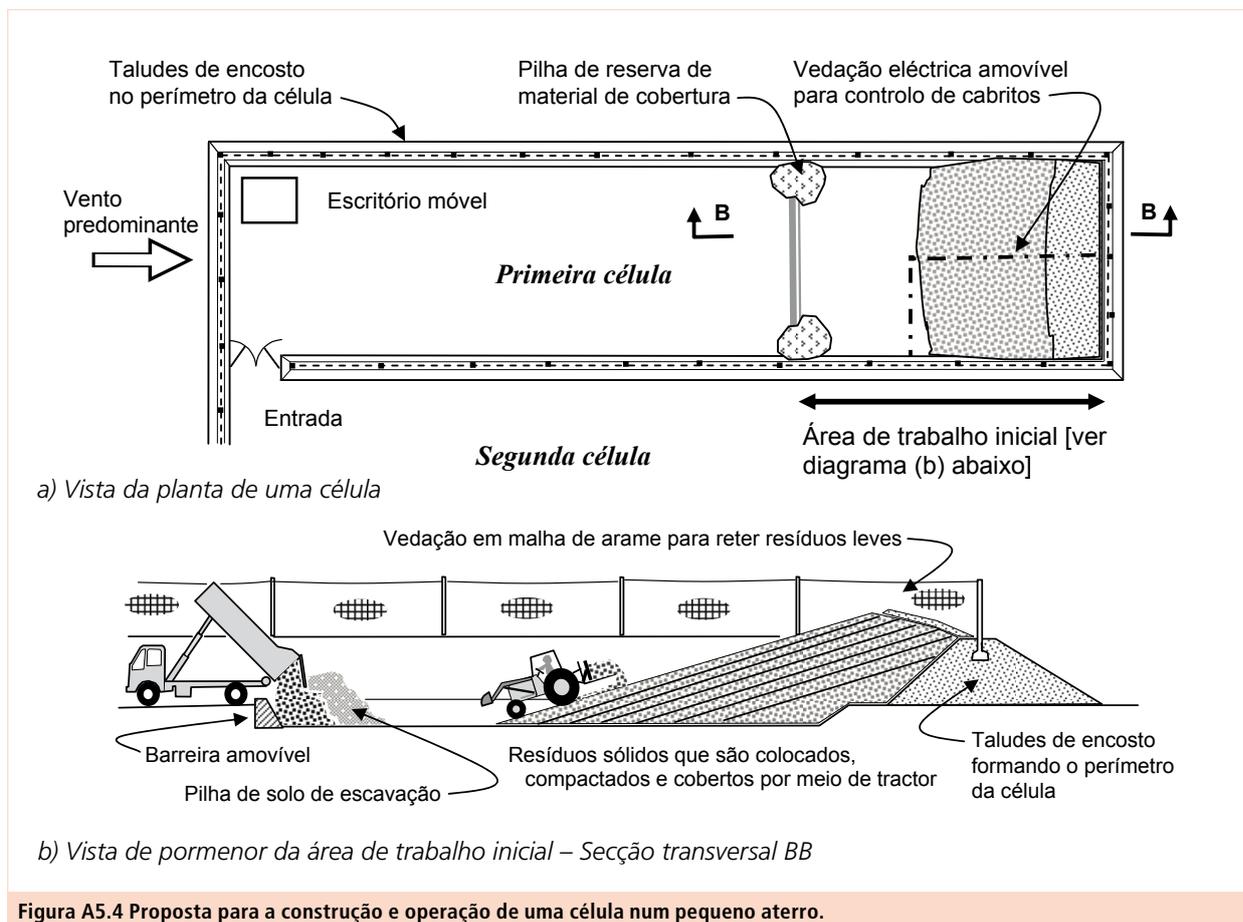


Figura A5.4 Proposta para a construção e operação de uma célula num pequeno aterro.

A5.4.3 Operando este sistema

A Figura A5.3 mostra o pequeno sistema de aterro em operação num aterro acima do solo. A área a ser preenchida foi escavada a uma profundidade de cerca de 1,0 metro e o solo escavado foi armazenado para uso como material de cobertura. A profundidade da escavação dependeria da topografia do local, da permeabilidade do solo, do nível do lençol freático e da adequação do solo escavado como material de cobertura. Os resíduos devem ser colocados e compactados em camadas com cerca de 20 cm de espessura para formar uma rampa com uma inclinação de cerca de 20 graus. Os resíduos são compactados pelo tractor à medida que ele sobe e desce a rampa.

Se se considerar necessário proteger uma fonte de água abaixo do local seguindo todos os padrões de aterro sanitário, a área escavada pode ser impermeabilizada com argila, plástico ou revestimento de betume, ou misturando bentonite com o solo subjacente, e instalando um sistema de drenagem de cascalho e pedra grossa e tubos de drenagem. Neste caso, a profundidade da escavação pode ser reduzida para permitir a drenagem por gravidade para uma fossa colectora ou estação de tratamento.

A Figura A5.4 apresenta uma proposta para a reabilitação de um local de deposição existente onde se tinha permitido que resíduos de queima se espalhassem por uma área muito grande. Seria formada uma célula com cerca de 30 m de largura por 100 m de comprimento constituindo-se taludes de encosto (margens elevadas) a partir dos resíduos queimados já existentes no local. O lado mais longo devia seguir a direcção do vento predominante. Na extremidade a favor do vento, devia ser escavada uma área de cerca de 30 m por 30 m a uma profundidade de cerca de 1 m, e o material escavado devia ser armazenado para ser usado como cobertura. Devia ser erigida uma cerca temporária para resíduos leves no topo dos taludes de encosto de uma malha soldada de 5 cm x 5 cm, rede de tubarão, para prender detritos mais leves soprados pelo vento. A colocação de resíduos começaria nesta extremidade da célula, construindo-se uma rampa até uma altura total de 4 metros acima do nível escavado. À medida que o enchimento vai progredindo, a área escavada é alargada para fornecer mais material de cobertura. A altura final dos resíduos depositados deve ser maior em direcção ao meio da célula, de modo que possa desviar a água das chuvas. Quando esta primeira célula ficar cheia (passados 1 a 2 anos) deve ser coberta com argila e solo superficial e plantada com espécies locais apropriadas que irão estabilizar o solo. Uma segunda célula, que já deverá ter sido preparada, deve ser enchida usando-se a célula adjacente completa como um lado.

No local para o qual este sistema foi proposto, descobriu-se que um pastor de cabritos levava os seus animais a pastar nos resíduos. Esse pastoreio reduziu grandemente a quantidade de material orgânico, e também o sol foi secando os resíduos restantes, sendo, por isso, provável que muito pouco lixiviado estivesse a ser produzido. Assim, foi proposto que o pastor fosse empregado como vigia do local e que continuasse a pastar os seus cabritos, mas de forma estritamente controlada. Uma cerca eléctrica agrícola de baixo custo poderia ser usada para dividir a área de trabalho em duas zonas. Durante o dia, os resíduos seriam colocados numa metade da área de trabalho, enquanto os cabritos pastavam na outra metade. Após a última carga de resíduos do dia ter sido entregue e espalhada, permitir-se-iam os cabritos nas duas metades da área de deposição final, até à manhã seguinte. Depois, os cabritos seriam movidos para a área de espalhamento do dia anterior, antes que mais resíduos fossem espalhados na área que haviam acabado de ocupar. Um tanque de água elevado e uma mangueira de incêndio deviam estar disponíveis para extinguir qualquer incêndio, bem como para proporcionar água para os cabritos. O espalhamento contínuo e a compactação dos resíduos em camadas finas numa pequena área, juntamente com os cabritos a pastar, podem ajudar a controlar insectos, roedores, cheiros e a dispersão de resíduos a ponto de ser suficiente colocar uma cobertura de solo apenas uma vez por semana.

A integração dos cabritos desta forma indica como devem ser usadas diferentes abordagens em diferentes situações para minimizar rupturas, a poluição e custos, bem como para tirar proveito de práticas existentes, sempre que possível. Pode constatar-se não ser necessário cobrir os resíduos com solo todos os dias, uma vez que estes são cobertos com uma camada de resíduos frescos cada segundo dia, o que pode ser suficiente para controlar a criação de moscas, e porque o papel e o plástico arrastados pelo vento deverão ser capturados pela vedação de rede em redor da célula operacional.

O motorista do tractor também actuaria como gestor do local, orientando o tráfego e controlando ali todas as operações.

O motorista seria assistido por um trabalhador braçal ou guarda. Também pode ser necessário um vigilante nocturno.

Recordam-se os leitores de que este sistema não foi totalmente testado, embora o equipamento proposto tenha sido amplamente utilizado para trabalho agrícola. Seria uma grande satisfação para os autores ouvir de alguém que gostasse de incluir um teste deste sistema em algum dos seus projectos.

A5.5 IMPLICAÇÕES DA DEPOSIÇÃO FINAL NO EQUIPAMENTO DE RECOLHA E DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS

A5.5.1 Tempo de viagem e custos

O tempo necessário para transportar os resíduos sólidos recolhidos para o local de deposição final é de importância crucial na planificação de um sistema de gestão de resíduos sólidos. (Note-se que o tempo é mais crítico que a distância, porque o tempo necessário para uma viagem de ida e volta para o local de deposição final determina o número de viagens que um camião e sua equipa podem fazer num turno. A velocidade pode ser restritiva e o tempo alargado devido a congestão de tráfego, revestimentos de estrada deficientes, curvas apertadas e subidas abruptas). O tempo de viagem é um factor muito importante na determinação da capacidade e velocidade máxima exigida dos veículos que são usados para o transporte de resíduos. Muitas vezes é necessário estabelecer uma ou mais estações de transferência para que os resíduos possam ser transferidos de veículos de recolha pequenos ou lentos para camiões maiores e mais rápidos. Devem ser usados os custos e o número de viagens para estimar - e depois calcular - os custos da operação de transporte por tonelada de resíduos. Esses custos devem ser adicionados aos custos de deposição final (incluindo quaisquer melhorias nas estradas de acesso) para permitir a determinação da solução integrada mais económica.

Talvez valha a pena mencionar aqui que há um compromisso entre os custos de desenvolvimento da estrada de acesso e os custos operacionais do veículo. O dinheiro gasto no melhoramento da estrada de acesso pode reduzir os custos operacionais do veículo, por permitir velocidades mais rápidas e, portanto, menores tempos de viagem; pode também reduzir os custos de manutenção se o melhoramento do revestimento de estrada resultar em menos danos nas molas e rodas dos veículos.

Um aumento no tempo de viagem, por exemplo quando se fecha um local de deposição final e se abre outro num lugar mais distante, pode ter um grande efeito num sistema de recolha de resíduos sólidos, porque um tempo de viagem mais longo pode exigir mais veículos ou veículos de maiores dimensões, ou mesmo a inclusão de uma estação de transferência onde antes não era necessária. Existe uma tendência de as autoridades municipais escolherem locais de deposição a uma distância considerável da cidade onde os valores da terra sejam baixos. No entanto, devem considerar-se cuidadosamente os benefícios (em termos de economia nos custos totais) de investir num local de maior valor a menor distância da cidade, tendo em mente que após o encerramento ele

pode ser reincorporado numa cidade em expansão.

A5.5.2 Condução nos resíduos

A deposição final não influencia apenas o tamanho e a velocidade do transporte utilizado, mas afecta também a configuração dos veículos. Alguns veículos têm baixas folgas relativamente ao solo:

- Os veículos de recolha podem ter folgas baixas relativamente ao solo na parte traseira para diminuir a altura de carregamento, de modo que o trabalho dos cantoneiros de recolha seja mais fácil. Alguns têm degraus baixos ou pequenas plataformas para os cantoneiros se deslocarem em cima deles durante o serviço de recolha.
- As cabines para a equipa com entrada baixa, que são cómodas para os cantoneiros de recolha entrarem e saírem, podem ter, na parte frontal, pouca folga relativamente ao solo para condução em solo macio e irregular.
- Camiões articulados longos, que podem transportar grandes quantidades de resíduos, podem ter equipamento montado sob os longos reboques que faça com que se enterrem em terrenos irregulares. O resultado poderá ser a danificação do equipamento ou o veículo não poder funcionar no local sem ser empurrado ou rebocado sempre que se enterrar (Foto 8.4).

Outra característica do modelo a considerar quando os veículos estão a ser conduzidos sobre resíduos é evitar que as rodas patinem. Por exemplo, se um camião tiver um eixo traseiro duplo e apenas um eixo for accionado, o veículo poderá ficar atolado regularmente, sobretudo quando estiver descarregado. Isso acontece por haver muito pouco peso no eixo accionado. A percentagem do peso total do veículo e do reboque sobre as rodas motrizes determina a sua “tracção” ou a capacidade de se deslocar sobre superfícies macias ou escorregadias. Os veículos articulados podem, de igual modo, sofrer perda de tracção quando o reboque é descarregado e há pouco peso no(s) eixo(s) accionado(s). Os reboques puxados por tractores agrícolas devem ser projectados de modo que uma tonelada do peso do reboque seja transferida para as grandes rodas traseiras do tractor, a fim de garantir uma aderência suficiente quando o veículo está a ser conduzido sobre resíduos. A transferência de peso é determinada pela posição do eixo do reboque, e quanto mais atrás estiver o eixo mais peso é transferido.

Os resíduos sólidos depositados, mesmo após a compactação, são relativamente macios. Veículos longos de transporte de resíduos devem ser projectados para esvaziarem sem bascular a carroçaria, porque quando uma carroçaria longa é basculada para descarga, a sua parte frontal sobe a uma

altura considerável, e este momento de basculamento, associado à maciez do solo, provoca um elevado risco de o veículo tombar de lado, não só se danificando, mas também ameaçando a vida de alguém que fique preso sob a carroçaria que tomba⁵². Os veículos longos devem ser equipados com placas ejetoras hidráulicas que empurrem os resíduos para fora ou com pisos móveis.

A5.5.3 Descarregamento

Os veículos que transportam resíduos devem poder descarregar rapidamente por pelo menos três razões:

- porque o descarregamento manual não é higiénico, exigindo que os trabalhadores tenham muito contacto com o lixo;
- porque o tempo necessário para chegar ao local de deposição, descarregar e retornar à área de recolha deve ser o mais curto possível, para maximizar a produtividade do veículo e da força de trabalho, e
- porque a área de descarregamento num local de aterro deve ser a menor possível; como o processo de descarregamento é lento, se estiverem muitos veículos a descarregar ao mesmo tempo, necessita-se de uma grande área.

⁵².Num local onde estavam a ser utilizados esses camiões basculantes articulados, foi necessário colocar-se o balde de uma grande escavadora de 360° na carroçaria do reboque para travar a sua queda.

A6.1 REFERÊNCIAS MENCIONADAS NO TEXTO

- ALI, M. e A. COTTON; 2001; *The Sweeping Business*; WEDC Loughborough University. UK <wedc@lboro.ac.uk>
- AWORTWI, NICHOLAS; 2004; *Getting the fundamentals wrong: Woes of public-private partnerships in solid waste collection in three Ghanaian cities*; Public Administration and Development, 24, 213-224; www.interscience.wiley.com
- BETTS, M., 1978; *Operational factors: a review of the main factors affecting solid waste management operations*; Waste Disposal and Resource Recovery, Proceedings of Regional Seminar on Solid Waste Management, Bangkok, 25-30 September 1978
- BORNO, SALAH, 2000; *New solid waste collection system concept for developing countries*; Poster 17-4 apresentado no workshop internacional CWG: *Planning for sustainable and integrated solid waste management*, realizado em Manila, Filipinas, September 2000. www.skat.ch [Disponível no CD]
- BUSVINE, JAMES R; 1982; *Control of Domestic Flies*; Ross Institute Bulletin No. 5, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK
- CHINAMO, ELIAS.B.M.; 2003; *An overview of progress in Dar es Salaam*; artigo 03 apresentado no workshop internacional CWG *Solid waste collection that benefits the urban poor*; realizado em Dar es Salaam., March 2003
- COAD, ADRIAN; 1997; *Lessons from India in solid waste management*; WEDC, Loughborough University, UK; ISBN 0 906055 49 0 (Cópias ainda poderão estar disponíveis através do Prof. Palnitkar via e-mail em <dir.rcues@aailsg.org> ou WEDC <WEDC@lboro.ac.uk>)
- COAD, ADRIAN; 2000; *Planning for sustainable and integrated solid waste management*; report of CWG international workshop, Manila, the Philippines, September 2000; www.skat.ch [Editorial disponível no CD]
- COINTREAU, S.J.; 1980 Onitsha Water Supply Project – Solid Waste Management Component, report of the World Bank, Washington DC; January 1980
- COINTREAU, S.J.; 1982; *Environmental Management of Urban Solid Wastes in Developing Countries*; Urban Development Technical Paper No. 5; World Bank, Washington DC.
- COINTREAU-LEVINE, SANDRA, 2000; *Guidance Pack – Private sector participation in municipal solid waste management*; Skat Switzerland, www.skat.ch; ISBN 3-908001-90-0. Esse pacote é composto por 5 folhetos, constituindo uma introdução muito útil ao tema. Encontra-se no CD, incluído no relatório (Coad, 2005) listado no Anexo A6.2, podendo ser descarregado em <http://rru.worldbank.org/Toolkits/SolidWasteManagement/>
- COOK, D.B. et al.; 1977; *Indian Appraisal of the Second Calcutta Urban Development Project*; Report No. 1662A-IN; World Bank, Washington DC.
- DIAS, SONIA MARIA; 2006; *Waste and Citizenship Forums – achievements and limitations*, apresentado como artigo II no workshop internacional CWG-WASH: “Solid waste, health and the Millennium Development Goals”, Kolkata, India; February 2006 [Disponível no CD]
- EL-HAMOUZ, A.M.; 2007; *Logistical management and private sector involvement in reducing the cost of municipal solid waste collection service in the Tubas area of the West Bank*; Waste management [2007], doi:10.1016/j.wasman.2006.11.012; disponível on-line em www.sciencedirect.com
- FLINTOFF, FRANK; 1976; *Management of Solid Wastes in Developing Countries*; World Health Organisation, South-East Asia Series No. 1, New Delhi
- IMAM, A, et al.; 2007; *Solid waste management in Abuja, Nigeria*, Waste Management, doi:10.1016/j.wasman.2007.01.006. Disponível on-line em www.sciencedirect.com
- LARDINOIS, INGE [ed.]; undated; *Solid waste micro and small enterprises and cooperatives in Latin-America*; www.gdrc.org/uem/waste/swm-waste.html
- MEDINA, MARTIN; 2005; *Serving the unserved: Informal refuse collection in Mexico*; Waste Management Research 2005, 23, 390-7. Ver também artigo 17 do workshop internacional CWG “Solid waste collection that benefits the urban poor”; Dar es Salaam, March 2003; www.skat.ch [Disponível no CD]

NGAINAYO, C.M.; 1986; *Disposal of Solid Wastes in Moshi and Arusha Towns, Tanzania*; Department of Civil Engineering, Tampere University of Technology, Finland

PHANG SIEW NOOI e MALCOLM W NORRIS; 1996; *Performance of a local council in solid waste management: A study of supervision and control of human resources*; UMP-Asia Occasional Paper No.25.

RAHMAN, SHAIKH FERDAUSUR; 2003; *Incorporating slum dwellers in solid waste collection programmes in Bangladesh*; apresentado como artigo 18 no workshop internacional CWG “Solid waste collection that benefits the urban poor”; Dar es Salaam, Tanzania, March 2003. Para mais informações, visite www.skate.ch [Disponível no CD]

ROUSE, JONATHAN R; 2006; *Seeking common ground for people: Livelihoods, governance and waste*; Habitat International 30 [2006] 741-753; www.elsevier.com/locate/habitatint

SCHEU, MANFRED e ADRIAN COAD; 1994; *Observations of solid waste management in Bombay*; WEDC, Loughborough University, UK; ISBN 0 906055 40 7

SCHEU, MANFRED, e SALAH BORNO, 2000; *Bridging the gap between public and private sectors*; artigo apresentado no workshop internacional CWG “Planning for sustainable and integrated solid waste management” Manila, Philippines, September 2000 [Disponível CD]

SCHEU, MANFRED; 2003; *Tailor-made collection system for high-density waste in Gaza*; artigo 42 apresentado no workshop internacional CWG “Solid waste collection that benefits the urban poor”; Dar es Salaam, Tanzania, March 2003 [Disponível CD]

TVE.org; *Sweeping Changes – Bangladesh*; Report 1 [of 5]; Hands On – The Earth Report de TVE.org; www.handsontv.info

VAN DE KLUNDERT, A, A. SCHEINBERG, M. MULLER, N. DULAC, L. HOFFMAN; 2001; *Integrated Sustainable Waste Management – A Set of Five Tools for Decision-makers*; WASTE – Advisers on urban environment and development, the Netherlands; www.waste.nl

UNCHS (Habitat); 1988; *Development Planning for Peshawar – Solid Waste Management Project Preparation*, draft final report

A6.2 BIBLIOGRAFIA - SUGESTÕES DE LEITURA COMPLEMENTAR

A6.2.1 Textos gerais

TCHOBANOGLOUS, GEORGE, HILARY THEISEN e SAMUEL A VIGIL; 1993; *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*; McGraw-Hill, ISBN 0 07 112865 4. É um texto geral dirigido ao mercado norte-americano, razão pela qual se deve tomar o cuidado de não acolher conclusões que sejam relevantes apenas para os EUA.

DIAZ, LUIS F., GEORGE M SAVAGE, LINDA L EGGERTH e CLARENCE G GOLUEKE; 1996; *Solid waste management for economically developing countries*, ISWA, Copenhagen; ISBN 87-90402-01-4

A6.2.2 Fontes relacionadas com capítulos específicos

Capítulo 7 – Veículos de recolha de resíduos

■ Carrinhos e pequenos veículos

ROUSE, JONATHAN e MANSOOR ALI; 2002; *Vehicles for people or people for vehicles – Issues in waste collection*; WEDC, Loughborough University, UK; ISBN 1 84380 012 8; disponível on-line em www.lboro.ac.uk/wedc/publications/vfp.htm. Este livro investiga o uso e modelos de carrinhos e pequenos veículos para recolha de resíduos, considerando os aspectos técnicos, sociais e institucionais.

HATHWAY, GORDON; 1985; *Low-cost vehicles: options for moving people and goods*; Practical Action [anteriormente ITDG] UK; www.developmentbookshop.com; Este livro fornece um guia ilustrado para meios de transporte de baixo custo. Não se debruça apenas sobre a gestão de resíduos sólidos, mas tem muitas aplicações neste campo. Destina-se a informar os que tomam decisões da gama de veículos de baixo custo existentes.

BARWELL, I e GORDON HATHWAY; 1986; *The design and manufacture of animal-drawn carts*; ISBN 0 94668 852 4; Practical Action [anteriormente ITDG] UK; www.developmentbookshop.com; Um manual sobre os modelos e fabrico de carrinhos de tracção animal baseado em experiências existentes e sugerindo melhorias.

IT Publications; 1988; *The design and manufacture of low-cost motorized vehicles*; ISBN 1 85539 070 4; Practical Action [anteriormente ITDG] UK; www.developmentbookshop.com; Para planificadores e fabricantes; informação técnica detalhada sobre modelos e manufactura de veículos motorizados de baixo custo que podem ser produzidos localmente.

STARKEY, PAUL, EMMANUEL MWENYA e JOHN STARES [eds.]; *Improving animal traction technology*; CTA, the Netherlands, ISBN 92-9081-127-7.

DENNIS, R.A.; 1994; *Making wheels: A technical manual on wheel manufacture*; ITP, UK; ISBN 1-85339 141 7; www.developmentbookshop.com

Capítulo 8 – Opções de transporte

COINTREAU, SANDRA; 2005, *Solid waste transfer systems in developing countries*; Baseia-se numa apresentação em PowerPoint e apresenta resumos e fotografias que mostram dados de desempenho e modelos para várias modalidades de transferência. Disponível em: www.worldbank.org/urban/urbanforum2005/ulwpresentations/sw/cointreau.pdf

Capítulo 11 – Aspectos institucionais

■ Participação do sector privado

COAD, ADRIAN, 2005; *Private sector involvement in solid waste management – Avoiding problems and building on successes*; GTZ Germany, www.gtz.de. Este relatório está disponível como pequena brochura ou como relatório completo. Ambas as versões incluem um CD com uma ampla gama de informações adicionais.

AHMED, SHAFIUL AZAM e SYED MANSOOR ALI; 2006; *People as partners: Facilitating people's participation in public-private partnerships for solid waste management*; Habitat International 30 [2006] 781-796; www.elsevier.com/locate/habitatint

■ O sector informal

ALI, MANSOOR; 2000; *The Sweeping Business: Developing entrepreneurial skills for the collection of solid waste*; WEDC, Loughborough University, UK; ISBN 0 906055 85 7; Disponível online em www.lboro.ac.uk/wedc/publications. Este livro foi escrito para profissionais, funcionários municipais, organizações não governamentais e estudantes interessados em promover microempresas para recolha de resíduos sólidos. Proporciona um bom conhecimento das vidas e situações de cantoneiros de limpeza e de recolha primária no subcontinente indiano e da interface entre o sistema municipal e o sector informal. Apresenta informação útil sobre a criação de pequenas empresas locais.

COAD, ADRIAN; 2006; *Solid Waste, Health and the Millennium Development Goals*; report of the CWG international workshop at Kolkata, India, February 2006. Os artigos completos estão disponíveis no CD fornecido com o relatório, podendo ser também descarregados em www.cwgnet.net. De particular

relevância para o sector informal são os textos #10 [Medina], #11 [Dias], #19 [Rouse], #33 [Chaturvedi], #34 Koehs, #35 [Spies & Wehenpohl], #56 [Scheinberg et al.] e #80 [Karawy].

ROUSE, JONATHAN e MANSOOR ALI; 2000; *Waste pickers in Dhaka: Using the sustainable livelihoods approach; Key findings and field notes*; WEDC, Loughborough University, UK; ISBN 0 906055 84 9; disponível online em www.lboro.ac.uk/wedc/publications; Os catadores de resíduos em Daca ganham a vida vendendo artigos recicláveis colectados em resíduos descartados. A maioria são crianças que vivem nas ruas ou em assentamentos informais, onde têm pouco acesso a infra-estruturas, um baixo estatuto na sociedade e um futuro incerto. O livro baseia-se num período de trabalho de campo em Dhaka que explorou os meios de subsistência daqueles usando a Abordagem de Meios de Subsistência Sustentáveis do DFID (*DFID Sustainable Livelihoods Approach*).

WILSON, DAVID C, COSTAS VELIS e CHRIS CHEESEMAN; 2006; Role of informal sector recycling in waste management in developing countries; Habitat International 30, (4) December 2006, 797-808. Um útil resumo da situação do sector informal, com ênfase nos aspectos de saúde e possíveis medidas para integração desse sector.

Anexo A1 – Recolha de dados sobre operações de recolha de resíduos

SAKURA, KUNITOSHI; 1990; *Improvement of solid waste management in developing countries*; Institute for International Co-operation, Japan International Co-operation Agency. O Capítulo 4 é sobre o melhoramento da recolha, sendo 4.3 sobre estudos de tempo e movimento [equivalente a estudo do trabalho].

Anexo A4 – Reciclagem e tratamento

■ Compostagem e reciclagem

ALI, MANSOOR; 2004; *Sustainable composting*; WEDC, www.lboro.ac.uk Loughborough University, UK; Este livro compreende uma série de estudos de caso de todo o mundo, cada um deles analisando como o *marketing* contribuiu para uma ampla gama de iniciativas de compostagem.

ROTHENBERGER, S e C. ZURBRUGG; 2006; *Decentralised Composting for Cities of Low- and Middle-income Countries. A User's Manual*. Sandec, Switzerland and Waste Concern, Bangladesh. Este manual fornece orientações passo a passo sobre como iniciar um projecto de compostagem descentralizada num país em desenvolvimento. É escrito para comunidades e profissionais, incluindo autoridades locais, sector privado e operadores de ONGs. Disponível on-line em www.sandec.ch

TERMINOLOGIA

Termo Definição Referências-chave (números de capítulo e ponto)

apropriado A palavra “apropriado” é usada no seu sentido original, mais amplo, e não no sentido por que é frequentemente entendida de “tecnologia apropriada”. Neste livro, “apropriado” significa adequado para a tarefa a realizar, para a situação económica local e para as expectativas e atitudes das pessoas locais, e capaz de actuar no contexto local de forma fiável, eficaz e com eficiência de custos. As tecnologias sofisticadas e automatizadas são apropriadas em certas circunstâncias e as tecnologias simples são apropriadas noutras condições.

aterro sanitário Um aterro sanitário é uma instalação que foi preparada para possibilitar a deposição final dos resíduos sólidos causando uma poluição mínima do ar ou da água, e que usa a terra da maneira mais económica. Quando todas as operações no local cessam, deve ficar em condições semelhantes às das zonas circundantes ou em melhores condições. Deposição em aterro sanitário é a operação da instalação de tal forma que esses objectivos sejam realizados. Infelizmente, alguns aterros sanitários não são operados adequadamente e depressa se tornam lixeiras a céu aberto. (Ver “deposição final”) A.5.1

basculante elevado Um mecanismo que descarrega resíduos a uma altura (geralmente) acima de 1,2 m, o que permite que os resíduos sejam transferidos directamente do veículo com basculante elevado para outro veículo ou para um contentor, sem tocar no solo. 8.2.1

bem público Termo usado pelos economistas para indicar que o benefício do serviço não é apenas para os que pagam uma taxa, mas para todos. Se o meu vizinho não pagar a taxa de gestão de resíduos e os seus resíduos não forem recolhidos, eu sofro se forem despejados no meu bairro. Se os seus resíduos forem recolhidos sem o pagamento da taxa, ele está a beneficiar das taxas pagas por outros. Um bem privado, como a água canalizada, beneficia apenas o indivíduo que o paga. 10.4.1

cadeia A cadeia de gestão de resíduos sólidos é a sequência de operações que começa com a geração de resíduos (quando se decide que um artigo não é mais desejado ou considerado de valor) até à deposição final. Os elos desta cadeia podem incluir segregação, armazenamento, recolha, transferência, transporte, processamento e deposição final. 4.1

caixote de lixo Um recipiente para resíduos. Na Grã-Bretanha, um caixote do lixo é um recipiente com tampa com 60 a 80 litros de capacidade, feito de plástico ou aço galvanizado. Na Índia, o termo tem uma definição mais

ampla e pode referir-se a um recipiente de rua de alvenaria. [Nota do tradutor: Na língua portuguesa existem também variações, sendo “contentor” a palavra normalmente usada para diferentes tipos de caixotes do lixo, sobretudo de média e grande dimensão] 5.2

camião articulado Um camião articulado é também conhecido como tractor e semi-reboque. Consiste numa unidade de tracção que é como um camião curto e um longo reboque com um a três eixos na parte traseira. 8.3

carga útil A carga útil é o peso dos resíduos ou outros materiais que um veículo pode transportar sem exceder o peso total máximo do fabricante ou o peso legal. Carga útil = PB menos a tara e menos o peso da tripulação e do combustível. 7.2

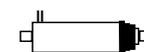
carroçaria No contexto dos veículos de recolha de resíduos, a carroçaria é a parte para transporte de carga do veículo que contém os resíduos. O fabricante de carroçarias especiais de recolha de resíduos é geralmente diferente do fabricante do chassis. 7.2

catador Uma pessoa que retira de resíduos sólidos misturados materiais com algum valor económico. Na maioria dos casos, os catadores são trabalhadores por conta própria e estão no sector informal. Os catadores recolhem materiais recicláveis das ruas, de contentores, de veículos de recolha ou de locais de deposição final.

chassis O veículo básico em que a carroçaria pode ser montada. O chassis compreende o motor e a transmissão, e rodas, juntamente com o quadro que os mantém todos juntos. A cabine não está incluída. Trata-se de uma palavra francesa e, portanto, pronuncia-se “chassi” [Nota do tradutor: Em Português também é aceitável a forma gráfica “chassi” no singular]. 7.1.8

cilindros hidráulicos Os cilindros hidráulicos são usados para empurrar ou puxar, por isso, podem operar mecanismos como elevadores de contentores, mecanismos de compactação e placas ejectoras que empurram os resíduos da carroçaria de um camião.

Só uma etapa: estendido 

Múltiplas etapas: retraído 

estendido 

Também são chamados de êmbolos.

(Nota: um cilindro de acção única tem apenas a ligação para um tubo hidráulico na extremidade traseira e, portanto, só pode exercer força para estender o êmbolo. Um cilindro de acção dupla possui duas ligações – como se mostra para o êmbolo de uma só etapa – por isso, tanto pode puxar como empurrar. Um cilindro de múltiplas etapas tem apenas uma conexão na parte traseira.) 7.7.1

cobertura “Cobertura do serviço” refere-se à extensão geográfica de um serviço de recolha de resíduos. Por exemplo, as áreas não planificadas ou de ocupação ilegal podem não receber um serviço de recolha de resíduos. A cobertura pode ser definida como a parte de uma população urbana que recebe o serviço, expressa como percentagem da população total. 2.3.1

compactador Esta palavra é usada de quatro formas.

- a) Um camião compactador tem uma carroçaria com um mecanismo que compacta firmemente os resíduos sólidos para encher a carroçaria. O volume de resíduos sólidos antes de serem carregados na carroçaria é superior ao volume com que ficam quando comprimidos devido à acção do mecanismo de carregamento que os comprime ou compacta.
- b) Um contentor compactador é um contentor que possui, numa extremidade, um mecanismo que enche o contentor de resíduos e os comprime para maximizar a quantidade de resíduos que podem ser carregados. O contentor pode ser erguido para a parte traseira de um camião.
- c) Um compactador estático é usado em estações de transferência para carregar os resíduos em contentores de modo que estes fiquem cheios e contenham a quantidade máxima de resíduos em virtude de os resíduos terem sido comprimidos ou compactados.
- d) Um compactador de aterro é uma máquina pesada com uma grande lâmina de bulldozer e rodas de aço munidas de dentes salientes. Este tipo de máquina é usado para nivelar e compactar os resíduos depois de terem sido descarregados. A compactação maximiza a quantidade de resíduos que podem ser acomodados num aterro e resulta em outros benefícios operacionais.

composto, compostagem A conversão da matéria orgânica biodegradável contida em resíduos sólidos num material que pode ser usado por agricultores e horticultores para melhoramento do solo e, em menor grau, na fertilização de culturas. A co-compostagem é a adição de outros materiais, como, por exemplo, lama de águas residuais, ao material de compostagem para aumentar os benefícios de fertilização. A4.2.5

consolidação IRefere-se à redução do volume de uma amostra de resíduos sólidos como resultado de processos naturais (isto é, não mecânicos). O volume dos resíduos vai sendo reduzido à medida que o papel e o cartão vão

perdendo força por ficarem húmidos como resultado da decomposição gradual de materiais biodegradáveis e devido à força descendente exercida por resíduos sobrepostos. 3.2.2

contentores comunitários Também designados contentores comunais, contentores de rua ou depósitos secundários. São contentores para resíduos sólidos urbanos que são fornecidos pela entidade responsável pela recolha de resíduos para serem usados por várias famílias ou empresas. 5.3

deposição final Nesta publicação, consideram-se deposição final todas as acções relacionadas com a colocação de resíduos no seu local de repouso final. A deposição final em muitos países geralmente significa deposição (ou lixeiras/lixões) a céu aberto, mas este método de deposição final é insatisfatório por causa da poluição do ar, da água e da terra que provoca. Métodos satisfatórios de deposição final são conhecidos como aterros sanitários. A5

despejar, despejo O despejo de resíduos, muitas vezes chamado de deposição a céu aberto é o descarregamento de resíduos em qualquer terreno disponível, sem medidas para minimizar o impacto ambiental desta acção. Ver deposição final A5.1

disponibilidade A percentagem de tempo em que um veículo está em boas condições e pronto para funcionar, ou o número de veículos de um tipo específico que estão prontos para funcionar, dividido pelo número total desses veículos. Os números devem ser médias num período de tempo e não baseadas em dados de um dia. 9.5

estimativa de custos sombra Um método utilizado para avaliar os custos para a economia nacional de salários, de comprar e usar um determinado veículo ou peça de equipamento, ou de prestar um serviço, ao invés de custos reais para a autoridade local ou outros operadores. Toma em consideração direitos de importação, impostos sobre o valor acrescentado e outras receitas que retornam ao tesouro público nacional, incluindo impostos directos e indirectos pagos pelos trabalhadores sobre os seus salários e compras. 10.6

estudo do trabalho Às vezes referido como estudo de tempo e movimento. O estudo da força de trabalho que opera qualquer veículo ou equipamento. Inclui a “ergonomia” das operações. A1

etapa Considera-se cadeia de gestão de resíduos sólidos uma sucessão de etapas que são os seus elos. Geração, recolha, reciclagem e deposição final são, portanto, etapas.

folhagem Vegetação de podas de árvores, canteiros de flores e corte de relva, de parques públicos e árvores de rua, bem como de jardins privados. As folhas caídas podem ser incluídas ou consideradas como resíduos de rua. Também se designam resíduos verdes e resíduos de jardins 3.1

gerador Um gerador de resíduos é uma pessoa ou uma

organização que decide que um artigo não é mais usado e, portanto, deseja a sua remoção. (Não se usa a palavra “produtor”, uma vez que ela sugere algum tipo de processo de produção industrial). 2.3.1

gestão de resíduos sólidos *A gestão de resíduos sólidos abrange todas as actividades realizadas ou necessárias para minimizar o impacto dos resíduos sólidos na saúde, no meio ambiente, na economia e na estética.*

incineração *A combustão de resíduos a altas temperaturas e em condições controladas para que o volume da cinza resultante seja o menor possível e a poluição do ar e da água resultante seja minimizada. A4.3.1*

informal *“Sector informal” refere-se a pessoas que trabalham fora de organizações registadas junto do Estado. Tais pessoas podem trabalhar por si sós, com grupos de familiares ou com pequenas empresas não registadas. Não pagam impostos, não seguem a legislação de segurança e ambiental e podem sofrer assédio por parte de funcionários ou da polícia. 11.3*

integrado *É uma palavra vulgarmente usada na gestão de resíduos sólidos. Por vezes, é utilizada para indicar uma abordagem particular à planificação, sendo também usada para dar a impressão de uma abordagem moderna. Em termos mais gerais, gestão integrada de resíduos sólidos significa abordagem que considera todas as outras partes da cadeia de gestão de resíduos sólidos, envolve todas as partes interessadas na planificação e reflecte consciência de todos os prováveis impactos de uma decisão. 1.1*

limpeza *Este termo abrange os aspectos dos resíduos sólidos relacionados com a remoção de resíduos das áreas urbanas, referindo-se assim à recolha de resíduos sólidos e à limpeza das ruas.*

lixo *Neste livro, as palavras lixo e resíduos sólidos são usadas indistintamente.*

monitoria *A recolha, uso e revisão regulares de dados que indicam a produtividade (inputs e outputs). 9.3*

nível de serviço *No âmbito da recolha de resíduos, o “nível de serviço” refere-se à conveniência e à frequência do serviço. Por exemplo, um serviço de recolha diária representa um nível de serviço superior ao de um serviço que recolha de resíduos uma vez por semana. 4.3.1*

OCB *Organização comunitária de base – uma associação de pessoas que vivem na mesma área e trabalham em conjunto para beneficiar a área onde vivem.*

odómetro *O indicador no velocímetro de um veículo a motor que indica a distância que o veículo percorreu. Em alguns países é chamado de conta-quilómetros. A2.3*

ONG *Organização não governamental. Uma associação de pessoas que trabalham em conjunto para um propósito declarado, mas administrativamente fora do Estado. A*

maioria dos países tem legislação que define como pode ser criada e financiada uma ONG.

operador ou cantoneiro de recolha *Um trabalhador manual que é empregado para recolher resíduos (que se encontram no chão ou num contentor) e carregá-los num ou para dentro de um camião. (Tratando-se de uma máquina, seria designada pá carregadora ou pá carregadora de esteiras.) 7.1.6*

orgânico *Amplamente utilizado para significar biodegradável ou putrescível quando aplicado a resíduos sólidos. (Em termos químicos, o plástico é orgânico, mas no âmbito da gestão de resíduos sólidos não está incluído na categoria de resíduos orgânicos.) 3.1*

pá carregadora *Uma máquina de quatro rodas equipada com um grande balde que pode apanhar material solto do chão e carregá-lo em camiões. (Ver foto 8.1)*

pá carregadora de esteiras *Uma máquina de terraplanagem que pode escavar e recolher material do chão com um balde hidráulico na frente e que corre sobre esteiras ao invés de rodas A5.3*

padronização *Refere-se ao uso deliberado de um único design, modelo ou tipo de contentor de resíduos ou veículo para garantir a compatibilidade entre contentores e mecanismos de elevação ou para simplificar a manutenção e constituição de stocks de peças sobressalentes. 5.4*

partes interessadas *Uma parte interessada numa questão é qualquer pessoa que tenha interesse na questão ou possa por ela ser afectada. Por exemplo, catadores do sector informal, residentes e mecânicos de veículos, são, todos eles, partes interessadas num serviço de recolha de resíduos. 1.1*

PB *Peso bruto do veículo – o peso máximo legal para um camião carregado. 7.2*

quadro jurídico *O sistema de leis, regulamentos e mecanismos de execução que define as obrigações, deveres e direitos dos cidadãos.*

reciclagem *Nesta publicação, reciclagem significa o retorno à economia de artigos ou materiais que alguém descartou. As etapas envolvidas na reciclagem podem incluir recolha, transporte, comercialização, triagem, limpeza e processamento. Em alguns casos, também pode incluir a fabricação. A reutilização de artigos para o mesmo propósito para o qual foram originalmente utilizados (como garrafas de refrigerantes) também está incluída. A4.1*

recolha *Nesta publicação, considera-se que a recolha de resíduos começa com o armazenamento inicial dos resíduos, devido aos seus muitos e estreitos laços com a recolha, e inclui todas as etapas de recolha e transporte de resíduos, inclusive qualquer transferência de resíduos de um meio de recolha ou de transporte para o seguinte. A fase de recolha termina quando os resíduos são descarregados numa estação*

de tratamento ou local de deposição final.

recuperação *Recuperação de recursos inclui qualquer medida que tire algum valor económico de resíduos. Inclui a reciclagem e a recuperação de energia. A recuperação de energia é a geração de energia que é utilizada para uma finalidade económica a partir da queima dos próprios resíduos ou de qualquer produto sólido, líquido ou gasoso que deles resulte. A palavra francesa 'valorisation' tem um significado semelhante. A4.1*

resíduos de construção e demolição *Resíduos derivados da construção ou demolição de edifícios, incluindo betão, tijolo, pedra, etc., com algum reforço de madeira e aço. 3.1*

resíduos sólidos *Existem muitas definições jurídicas complexas de resíduos sólidos. Para efeitos desta publicação, resíduos sólidos são qualquer item ou material descartado pelo proprietário e que não é descarregado sob a forma de gás para a atmosfera, para uma latrina tradicional ou através de tubagem ou canal. Os resíduos sólidos podem incluir gases e líquidos em contentores.*

resíduos sólidos perigosos *Qualquer resíduo que exija manuseamento ou tratamento especial durante ou antes da deposição final devido à sua natureza reactiva, tóxica, corrosiva, inflamável ou explosiva. Em muitos países, a legislação define quais os resíduos que são perigosos. Em resíduos domésticos podem encontrar-se alguns itens perigosos, mas as maiores fontes são instalações industriais e de saúde (por exemplo, hospitais e clínicas). 3.1*

resíduos sólidos urbanos *Materiais e itens não desejados (que não são descarregados das instalações por tubagens) que têm origem em residências, lojas, escritórios, instituições e em ruas e locais públicos. Esta categoria pode incluir resíduos sólidos que não sejam mais perigosos que os resíduos domésticos e que sejam originados por pequenas indústrias e instalações médicas. 1.1*

revisão e manutenção *A palavra revisão é usada na indústria automóvel para descrever o trabalho regular realizado numa garagem, como, por exemplo, pôr óleo, lubrificar, mudar filtros e afinar travões. A manutenção também inclui reparações. Os veículos são providos de livros de revisão e fichas de revisão e o trabalho é muitas vezes feito por um ajudante de mecânica em lugar de um mecânico de reparação.*

segregação *O armazenamento de diferentes categorias de resíduos em recipientes diferentes e posterior manuseamento de forma que nunca se misturem. 2.2.1*

separação *Divisão de uma massa de resíduos onde se encontram dois ou mais componentes misturados em duas ou mais pilhas ou categorias que sejam mais homogéneas. Por exemplo, os resíduos domésticos mistos podem ser separados em materiais recicláveis (uma categoria) e materiais que*

não podem ser reciclados (outra categoria).

serviço *Quando usado como "serviço de recolha", "custos fora-de-serviço" ou "nível de serviço", serviço refere-se a uma actividade que é realizada em benefício público.*

sistema de elevação por gancho *Um veículo que recolhe contentores por meio de um gancho num braço operado hidraulicamente. A extremidade do contentor que não é engatada é equipada com rolamentos. (Também conhecido como sistema de elevação polibenne). O sistema roll-on-roll-off é semelhante, mas levanta os contentores por meio de um guincho e cabo. 7.9.3*

supervisão *Observação das actividades dos funcionários com o objectivo de manter um certo padrão de funcionamento. (Não se deve confundir com monitoria [ver acima].) 12.8*

tara *O peso do veículo vazio, antes de ser carregado. 7.2*

tempo de imobilização *É o tempo, geralmente medido em dias, durante o qual um veículo ou outro equipamento não pode ser usado para o propósito pretendido por requer manutenção ou reparação. Se um veículo estiver em condições de funcionamento, mas não estiver a ser usado por não ser necessário, isso não é considerado tempo de imobilização. (Ver também disponibilidade) 9.5*

transferência *Transferência, como operação, é a movimentação de resíduos de um veículo de recolha primária para um veículo maior e/ou mais rápido para economizar custos de transporte. Esta operação geralmente ocorre numa estação de transferência. O veículo secundário maior ou mais rápido é por vezes referido como camião de transferência, embora geralmente neste livro seja usado o termo camião de transporte secundário, para evitar confusão. 8*

valor residual *O valor de revenda de um veículo ou outro item depois de ter chegado ao fim da vida económica. 10.3.1*

vida económica *O período durante o qual um veículo deve ser amortizado. É o momento após o qual o custo operacional excede o custo operacional de um novo veículo devido a aumento da manutenção e do tempo de imobilização, redução da eficácia e excessivos custos de combustível. 10.3.1*

vontade política *Os interesses e as intenções dos decisores locais e do governo nacional em relação a uma questão específica. Até que ponto estão motivados e interessados em mudar algum aspecto particular da sua administração.*

LISTA DE FIGURAS, FOTOS E TABELAS

Figura 1.1 O sistema de recolha de resíduos sólidos urbanos	13
Figura 2.1 A redução em volume que é obtida por um mecanismo típico de compactação para resíduos de diversas densidades.	21
Figura 3.1 Variações da densidade dos resíduos entre as habitações, o contentor comunitário e o veículo de transferência para uma situação típica em Karachi, no Paquistão	29
Figura 4.1 Exemplos de sistemas de recolha	38
Figura 5.1 São utilizados diversos tipos de recipientes para armazenamento de resíduos nas habitações	42
Figura 5.2 Pontos de recolha comunitários fixos podem trazer problemas com moscas, roedores e cheiros. O seu enchimento é lento, o que resulta numa fraca utilização do veículo	45
Figura 5.3 Os contentores de rodas, com capacidades de 80 a 1.500 litros, podem ser empurrados para os veículos de recolha que possuem acessórios especiais de elevação de contentores. Os contentores de plástico ficam destruídos se for atado fogo.	46
Figura 5.4 Os contentores de substituição são recolhidos por veículos especiais e levados para esvaziamento. Carros estacionados podem constituir um problema para o acesso do veículo	48
Figura 6.1 Comparação de custos de recolha de uma tonelada de resíduos de contentores de uso doméstico, de ruas e de drenos	51
Figura 6.2 A escolha correcta das vassouras dos cantoneiros de limpeza pode melhorar grandemente a eficiência da varredura	54
Figura 6.3 Equipamento utilizado por cantoneiros de limpeza e cantoneiros de recolha	54
Figura 6.4 Há muitos tipos de carrinhos de mão para cantoneiros de limpeza que podem ser fabricados localmente. (Cada um destes modelos tem desvantagens e vantagens).	55
Figura 6.5 Um pneu de carrinho de mão simples feito a partir do talão de um pneu de camião usado	56
Figura 6.6 Esvaziando um caixote do lixo de pequenas dimensões giratório.	57
Figura 7.1 A escolha de resíduos pode servir-se de força humana, animais, tractores ou camiões de diferentes tipos e tamanhos	58
Figura 7.2 Optimização do tamanho da equipa de recolha de resíduos para recolha porta-a-porta.	60
Figura 7.3 Exemplo de alterações na densidade durante o manuseamento	61
Figura 7.4 Os elementos que compõem o peso bruto do veículo	64
Figura 7.5 As alturas de carregamento dos veículos não devem exceder a altura dos ombros do cantoneiro de recolha (1,5 m)	66
Figura 7.6 e Foto 7.6 Tractor de duas rodas de baixo custo adaptado para recolha de resíduos	70
Figura 7.7 e Foto 7.7 Triciclo motorizado	70
Figura 7.8 e Fotos 7.8 Microcamião com carroçaria basculante	71
Figura 7.9 A barra de tracção de reboque pescoço de cisne melhora a manobrabilidade.	72
Figura 7.10 A localização do ponto em que a carroçaria é articulada ao chassis é um exemplo de um detalhe de concepção que pode ter um grande impacto na operação de um veículo	75
Figura 7.11 Veículo de caixa aberta de taipais elevados	76
Figura 7.12 Opções de concepção da parte traseira de carroçarias abertas de camião basculante	76
Figura 7.13 e Foto 7.12 Veículo de recolha de caixa semi-cilíndrica (carregamento lateral)	77
Figura 7.14 e Foto 7.13 Sistema <i>tipack</i> - simples, de baixo custo, mas de carregamento lento	78
Figura 7.15 Basculante para frente e para trás - eficiente para resíduos de alta densidade	78
Figura 7.16 e Foto 7.14 Camião não compactador com elevador de contentores.	79
Figura 7.17 Sistema de grua que se estende para recolher contentores	79
Figura 7.18 Operação de veículo de semi-compactação de carregamento lateral, de placa móvel	80
Figura 7.19 Uma variante de carroçaria basculante para frente e para trás (figura 7.15), com placa de compressão para alguma compactação	81
Figura 7.20 Veículo semi-compactador de tremonha de carregamento lateral.	81
Figura 7.21 Comparação de volumes de resíduos em camiões compactadores e camiões sem compactação	83
Figura 7.22 Compactador de placa de compactação de carregamento traseiro. Adequado para resíduos de baixa densidade, incluindo itens grandes e para uso com elevador de contentores. Carregamento intermitente.	85
Figura 7.23 Grande camião compactador de carregamento traseiro esvaziando um grande contentor <i>skip</i>	87
Figura 7.24 Compactador de parafuso de carregamento traseiro	87
Figura 7.25 Compactador de tambor rotativo	88
Figura 7.26 Camião compactador de pá. Adequado para resíduos soltos e ensacados. Carregamento contínuo	89
Figura 7.27 e Foto 7.23 Compactador de carregamento frontal	89
Figura 7.28 Recolha de contentor no tractor	90
Figura 7.29 Sistema basculante de tesoura para contentores.	90
Figura 7.30 Sistema de contentores de elevação paralela	91
Figura 7.31 Pode ser usado um sistema muito simples de guincho como elevador de contentores ou reboque convencional	91

Figura 7.33 Sistema de elevação de contentores <i>skip</i>	92
Figura 7.34 Sistema de elevação de gancho	93
Figura 7.35 Um camião com sistema de elevação de gancho para transportar um contentor de 6 m de comprimento reque, no mínimo um espaço livre de 23 metros por 6 metros para permitir depositar um contentor vazio e recolher um cheio	94
Figura 7.36 Sistema de contentor baseado num <i>dumper</i> de estaleiro de construção	94
Figura 8.1 Estação de transferência de fosso duplo	100
Figura 12.1 Uma estrutura de supervisão típica	130
Figura A1.1 Método para estimar a altura média dos resíduos amontoados na carroçaria de um camião aberto ou reboque	142
Figura A5.1 Maquinaria utilizada num local de aterro de grande dimensão	184
Figura A5.2 A alfaia agrícola de espalhamento de resíduos	186
Figura A5.3 Espalhamento e compactação de resíduos usando um tractor equipado com uma alfaia	186
Figura A5.4 Proposta para a construção e operação de uma cédula num pequeno aterro	188
Foto 6.2 Caixote de lixo de pequenas dimensões giratório que pode ser esvaziado por inclinação	57
Foto 7.1 Recolha primária em Hanói, Vietname. Os moradores levam os seus resíduos	67
Foto 7.2 Triciclos em Kuming, China	68
Foto 7.5 Motociclo e reboque (Vietname)	70
Foto 7.10 Veículo de taipais elevados com portas laterais para apoiarem no carregamento	76
Foto 7.11 Descarregamento manual de camião rígido no local de deposição final	77
Foto 7.15 Camião grua-basculante e carregando resíduos	79
Foto 7.16 Veículo semi-compactador de carregamento lateral, de placa móvel	80
Foto 7.18 Problemas de distribuição de peso	86
Foto 7.19 Camião compactador com elevador de contentores	86
Foto 7.20 Quando o mecanismo de compactação não pode ser reparado, ele pode ser retirado	86
Foto 7.21 Compactador de tambor rotativo a descarregar	88
Foto 7.22 Pequeno compactador de pá de carregamento lateral	88
Foto 7.24 Carregando um contentor atrás do tractor	90
Foto 7.26 e Figura 7.32 Reboque de elevação de tesoura de basculação elevada	91
Foto 7.27 Veículo de elevação de contentores <i>skip</i> descarregando	92
Foto 7.28 Camião de elevador de gancho carregando um contentor aberto	93
Foto 8.1 Pá carregadora transferindo resíduos do solo para um grande semi-reboque	98
Foto 8.2 Estação de transferência de níveis diferenciados	99
Foto 8.4 Pá carregadora de esteiras ajudando um camião articulado vazio a sair dos resíduos	104
Foto 9.1 Bâscula para recolha de dados operacionais	108
Foto 12.1 Uma mulher carregando um camião enquanto o motorista, do sexo masculino, descansa	135
Foto A5.1 A alfaia agrícola de espalhamento de resíduos	186
Fotos 5.1 Alguns exemplos da vasta gama de opções para armazenamento primário	42
Fotos 5.2 Contentores comunitários fixos	45
Fotos 5.3 Contentores comunitários móveis	46
Fotos 5.4 Contentores com rodas	47
Fotos 6.1 Varredura de ruas	56
Fotos 7.3 Recolha primária na cidade de Ho Chi Min, Vietname	68
Fotos 7.4 Melhoramentos na recolha de resíduos com carroças de burros em Faisalabad, Paquistão	69
Fotos 7.9 Reboque de baixa altura de carregamento com barra de tracção de pescoço de cisne	72
Fotos 7.17 Camião compactador com placa compactadora de carregamento traseiro	86
Fotos 7.29 Veículo <i>Micrabin</i> para contentores feito a partir de componentes de um <i>dumper standard</i>	94
Fotos 8.3 Pequena estação de transferência	101
Tabela 4.1 Comparação de vários métodos de recolha de resíduos	37
Tabela 5.1 Capacidade requerida para a taxa de geração média de 1,0 m ³ /dia	44
Tabela 7.1 Comparação entre veículos não compactadores grandes e pequenos	67
Tabela 7.2 Rácio típico potência-peso	72
Tabela 7.3 Comparação de capacidades de camiões compactadores e não compactadores	84
Tabela 7.4 Capacidade comparativa de dois tipos de veículos de recolha em função da densidade dos resíduos	84
Tabela 7.5 Comprimento estimado do espaço necessário para um contentor de elevação de gancho de 6 m	94
Tabela 7.6 Resumo das características comparativas de veículos típicos de recolha de resíduos não contentorizados	95
Tabela 10.1 Exemplo de depreciação linear num período de 7 anos	115
Tabela 10.2 Esperança de vida depreciada para diferentes itens	115
Tabela A3.1 Reembolsos anuais	172