



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

GABRIEL VIDAL GASPAR

DIRETRIZES PARA O SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DE PEQUENOS
MUNICÍPIOS

FORTALEZA

2016

GABRIEL VIDAL GASPAR

**DIRETRIZES PARA O SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DE PEQUENOS
MUNICÍPIOS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- G232d Gaspar, Gabriel Vidal.
Diretrizes para o serviço de limpeza urbana de pequenos municípios / Gabriel Vidal Gaspar. –
2016.
84 f. : il. color.
- Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de
Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti.
1. Limpeza urbana. 2. Lixo - Eliminação. 3. Engenharia ambiental. I. Título.

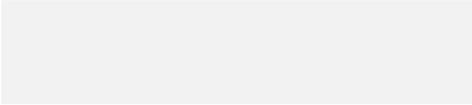
GABRIEL VIDAL GASPAR

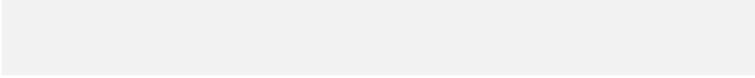
DIRETRIZES PARA O SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DE PEQUENOS
MUNICÍPIOS

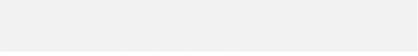
Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovada em 29/01/2016

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti (Orientador)
Universidade Federal do Ceará


Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva
Universidade Federal do Ceará


Prof. Dr. Francisco Suetônio Bastos Mota
Universidade Federal do Ceará

FORTALEZA

2016

RESUMO

O dimensionamento correto do serviço de limpeza urbana é um importante fator para que não haja problemas relacionados aos resíduos sólidos. Além de evitar gastos governamentais excessivos com o serviço, o estudo dos fatores envolvidos no serviço de coleta podem otimizar a coleta e o tempo gasto para realização do serviço. Estando diretamente relacionado a outros problemas urbanos, como alagamentos e aumento do número de casos de algumas doenças, os resíduos merecem atenção especial para que a população urbana seja menos prejudicada. Seja por evitar o acúmulo de resíduos em galerias pluviais ou por evitar a disseminação de vetores de doenças, como a dengue, a limpeza urbana tem uma importância significativa, principalmente na realidade de pequenos municípios. Assim, o estudo dos fatores locais, a observação de características específicas e a adequação ao orçamento da entidade responsável devem ser analisados conjuntamente para um bom dimensionamento do serviço de coleta de resíduos domiciliares em pequenos municípios, por exemplo. Foram estudados aspectos importantes no dimensionamento da coleta de resíduos, como as possibilidades de frequência de coleta e os horários possíveis. Listou-se os materiais necessários para a realização dos serviços tanto de coleta como de varrição, além dos caminhões que podem ser utilizados em cada caso. Desenvolveu-se planilhas demonstrativas para que a formulação apresentada fosse testada, com objetivo de compor um manual auxiliar para dimensionar a implantação do serviço de coleta de resíduos domésticos em pequenos municípios.

Palavras-chave: Serviço de limpeza urbana. Coleta de resíduos sólidos domiciliares. Varrição.

ABSTRACT

The correct sizing urban cleaning service is an important factor so there are no problems related to solid waste. In addition to avoiding excessive government spending on this service, the study of factors involved in the gathering service can optimize the amount collected and the time spent performing the service. Being directly related to other urban problems such as flooding and increased number of cases of some diseases, waste deserve special attention so that the urban population is less impaired. Is to avoid the accumulation of waste in storm sewers or prevent the spread of disease vectors such as dengue, the urban cleaning service is of great significance, especially in the reality of small cities. Thus, the study of local factors, the observation of specific characteristics and suitability to the responsible entity budget should be analyzed together for a good sizing of the gathering of household waste from small cities service, for exemple. Important aspects were studied in the design of waste gathering, as the frequency of the gathering and the possible schedules. It listed the materials needed to carry out the services both pickup and sweeping, in addition to trucks that can be used in each case. Was developed demonstratives spreadsheets to formulate the presented sizing, in order to compose a manual helping to scale the deployment of household waste gathering service in small cities.

Keywords: Urban cleaning servisse. Solid waste gathering. Urban problems. Sweeping.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vista de uma doca para armazenamento e reaproveitamento de resíduos em um Shopping Center	12
Figura 2 - Diagrama para caracterização de resíduos	17
Figura 3 - Diagrama para o quarteamento de resíduos sólidos domiciliares	19
Figura 4 - Exemplo de setorização da coleta de resíduos sólidos para o caso de Corumbá	20
Figura 5 - Exemplo de divisão da setorização do setor de coleta de resíduos sólidos	20
Figura 6 – Detalhe de material que não foi coletado pelo serviço regular de coleta urbana	26
Figura 7 – Vista de um caminhão compactador	26
Figura 8 – Vista de um caminhão trucado	33
Figura 9 – Vista de um caminhão compactador em operação	34
Figura 10 - Caminhão poliguindaste.....	35
Figura 11 - Contentores pichados em Roma (Itália).....	51
Figura 12 - Contentor de 250L	51
Figura 13 - Contentor de 500L	52
Figura 14 - Distribuição de contentores em quarteirões regulares	52
Figura 15 - Distribuição irregular de contentores em quarteirões irregulares	53
Figura 16 - Sarjeta com areia e vegetação	61
Figura 17 - Operação de poda de árvores	62
Figura 18 - Material acumulado em bocas de lobo.....	63
Figura 19 - Carcaça de animal em sarjeta.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela para número de caminhões na coleta diuturna.....	30
Tabela 2 - EPI's para proteção da cabeça	36
Tabela 3 - EPI's para proteção dos olhos e da face	37
Tabela 4 - EPI's para proteção auditiva.....	37
Tabela 5 - EPI's para proteção auditiva.....	38
Tabela 6 - EPI's para proteção do tronco	39
Tabela 7 - EPI's para proteção dos membros superiores e inferiores.....	39
Tabela 8 - EPI's para proteção contra quedas dos caminhões.....	40
Tabela 9- EPC's para proteção dos trabalhadores	41
Tabela 10 - Equipamentos para coleta de resíduos domiciliares	42
Tabela 11 - Equipamentos para varrição, capinação, roçagem e poda de árvores	43
Tabela 12 - Equipamentos para pinturas de guias	45
Tabela 13 - Equipamentos para limpeza de ralos, bocas de lobo e galerias	46
Tabela 14 - Equipamentos para limpeza de feiras	47
Tabela 15 - Equipamentos para limpeza de praias	48
Tabela 16 - Equipamentos para remoção de animais mortos	49
Tabela 17 - Vantagens e desvantagens da varrição manual.....	55
Tabela 18 - Relação entre o tipo de área e a frequência da varrição	55
Tabela 19 - Vantagens e desvantagens da varrição mecanizada	56
Tabela 20 - Situação fantasia para dimensionamento do serviço de varrição	58

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2.JUSTIFICATIVA	13
3.OBJETIVOS	13
4.INTRODUÇÃO À POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	14
5.CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	16
6.QUARTEAMENTO E SETORIZAÇÃO.....	17
6.1. Procedimentos para o quarteamento	18
6.2. Setorização	19
7.PARÂMETROS IMPORTANTES	21
7.1.FREQUENCIA DE COLETA	21
7.2.Horários de coleta	22
7.3.Outros aspectos	23
7.4.Software de roteirização	24
8.DIMENSIONAMENTO DO SERVIÇO DE COLETA.....	25
8.1. Dimensionamento de frota.....	25
8.1.1.Cálculo da quantidade de resíduo coletado por dia	27
8.1.2.Estimativa do tempo gasto pelo transporte em cada viagem ao sistema de tratamento ou destino final.....	27
8.1.3.Cálculo do número de viagens possíveis dentro de um turno de trabalho da guarnição.....	28
8.1.4.Número de caminhões adotados em coleta diária.....	29
8.1.5.Número de caminhões adotados em coleta diuturna	29
8.2.Exemplos de dimensionamento	31
8.2.1.Dimensionamento para um município de 20 mil habitantes com setorização.....	31
8.2.2.Dimensionamento para um município de 20 mil habitantes sem setorização.....	31
8.2.3.Dimensionamento para um município de 30 mil habitantes com setorização.....	32
8.2.4.Dimensionamento para um município de 50 mil habitantes com setorização.....	32

8.2.5.Dimensionamento para um município de 100 mil habitantes com setorização.....	32
9.TIPOS DE CAMINHÕES	32
9.1.Toco / Trucado.....	32
9.2.Compactador / Carreta.....	33
9.3.Tecnologias alternativas	34
10.LISTAGEM DE EPI's PARA O SERVIÇO DE COLETA	35
10.1.O que é e para que serve um EPI.....	35
10.2.TIPOS DE EPIs	36
10.2.1.Proteção da cabeça.....	36
10.2.2.Proteção dos olhos e da face	37
10.2.3.Proteção auditiva	37
10.2.4.Proteção respiratória	38
10.2.5.Proteção do tronco	38
10.2.6.Proteção dos membros superiores e inferiores	39
10.2.7.Proteção contra quedas	40
11.LISTAGEM DE EPC's PARA O SERVIÇO DE COLETA DE RESÍDUOS.....	40
11.1. O que é e para que serve um EPC.....	40
11.2.Tipos de EPC's	40
12.EQUIPAMENTOS DE TRABALHO PARA COLETA DE RESÍDUOS....	42
12.1. Coleta de resíduos domiciliares	42
12.2.Varrição de vias, capinação, roçagem e poda de árvores.	42
12.3.Pintura de guias.....	45
12.4.Limpeza de ralos, bocas de lobo e galerias.....	45
12.5.Limpeza de feiras.....	46
12.6.Limpeza de praias	48
12.7.Remoção de animais mortos	49
13.DIMENSIONAMENTO DE CONTENTORES.....	50
13.1.Tamanho dos contentores	50
13.2.Distância entre contentores.....	52

14.LIMPEZA DE LOGRADORES PÚBLICOS	53
14.1.Varrição de vias	53
14.1.1.Tipos de varrição	54
14.1.1.1.Varrição manual.....	54
14.1.1.2.Varrição mecanizada	56
14.1.2.Dimensionamento do serviço de varrição manual.....	56
14.1.2.1.Setorização do serviço de varrição manual.....	57
14.1.2.2.Frequência e horários de varrição manual	57
14.1.3.Exemplificação de projeto de varrição manual.....	58
14.1.3.1.Quantidade de varredores necessários	59
14.1.3.2.Quantidade de caminhões para transporte dos resíduos da varrição manual.....	59
14.1.4.EQUIPES DE VARRIÇÃO.....	61
14.2.Capinação e raspagem de sarjetas.....	61
14.3.Poda de árvores	62
14.4.Limpeza de bocas de lobo e galerias	63
10.5.Limpeza de feiras livres	64
14.6.Limpeza de praias	64
14.7. Remoção de animais mortos	65
14.7.1.Remoção de animais de pequeno porte	65
14.7.2.Remoção de animais de grande porte	65
14.8.Pintura de guias.....	66
14.9.Remoção de resíduos volumosos.....	66
15.COLETA DE RESÍDUOS ESPECIAIS	67
15.1.Resíduos de construção civil	67
15.2.Resíduo hospitalar	67
15.3.Resíduo radioativo	68
15.4.Pilhas e baterias	68
15.4.Pneus.....	69
16.ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS.....	69
17.CONCLUSÃO	71
18.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Luft (2003), um dos conceitos de manual é “livro portátil; sumário; compêndio”. Assim, com o objetivo de agilizar os processos abordados, um manual torna a busca de informações mais rápida, podendo, às vezes, mostrar comparativos e demonstrações de novas técnicas.

O manual visa levar a pequenos municípios uma forma de dimensionar melhor o serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares e de alguns outros tipos de resíduos, como os resíduos oriundos da varrição de vias e praças. Atualmente, quando o município não apresenta um projeto de coleta apropriado, podem existir algumas falhas de operação, falta de cobertura de áreas estratégicas ou um superdimensionamento. Tudo isso, associado à falta de organização das instituições públicas, acarreta um gasto *governamental bastante considerável e que poderia ser reduzido. Além disso, é importante salientar que o investimento nesse tipo de projeto impacta positivamente outras áreas da administração municipal, visto que a problemática dos resíduos sólidos é uma questão de drenagem urbana, quando causa o entupimento de bocas de lobo e galerias pluviais e ocasiona alagamentos, e é também um problema de saúde pública, quando propicia a proliferação de vetores e contamina os mananciais próximos, por exemplo.*

De acordo com Naime (2010), não há diferença técnica entre lixo e resíduo sólido. Entretanto, é conveniente entender que “lixo” transmite a ideia de um material sem serventia e que não pode mais retornar ao sistema de produção. Por outro lado, o termo “resíduos sólidos” transmite a ideia de que aquele material, ou parte dele, ainda pode retornar ao sistema de produção. Assim, caso haja a concepção de que há muito resíduo sólido em meio ao “lixo”, os processos de preservação ambiental, reciclagem, compostagem, entre outros, ganham um novo patamar de importância. Com o acesso à informação da população, nota-se que, cada vez mais, materiais que antes eram tratados como inservíveis, agora são buscados e apreciados para o reaproveitamento. Para que essa transformação de posicionamento seja melhor implementada, um passo importante é o cuidado na hora da coleta dos materiais que foram descartados. Iniciativas particulares, quanto a este aspecto, são fundamentais para a agilidade dos processos na cadeia produtiva e no fomento à continuação da atividade de aproveitamento. A Figura 1 mostra uma iniciativa particular em um shopping center, onde existe uma área

específica para os coletores de resíduos, os quais transportam o material coletado para uma usina de triagem.

Figura 1 - Vista de uma doca para armazenamento e reaproveitamento de resíduos em um Shopping Center



Fonte: AUTOR, 2015.

Em municípios onde não há um serviço bem consolidado, torna-se difícil a organização de cooperativas de catadores de resíduos e também a implementação de medidas ambientais importantes, como o desenvolvimento de usinas de reciclagem e de sítios de compostagem. Além de perder dinheiro no “lixo”, o município deixa de criar uma série de empregos e perde matéria prima para diversas atividades econômicas.

2. JUSTIFICATIVA

Em um município onde não há um serviço bem consolidado de coleta de resíduos sólidos domiciliares, torna-se difícil a estruturação de uma associação de coletores, ou o bom funcionamento de usinas de triagem, pois, sem um volume considerável, essas iniciativas tornam-se economicamente inviáveis. Isso faz com que empregos deixem de ser criados e com que haja uma atração menor de investimentos de projetos ambientalmente mais corretos.

Além disso, atualmente, a problemática dos resíduos sólidos não se restringe mais a uma realidade tão limitada como antigamente. Há uma relação direta com os índices de saúde pública dos municípios e com os efeitos de precipitações intensas nas obras de drenagem urbana.

Assim, um manual de dimensionamento de coleta de resíduos sólidos domiciliares serve para que os responsáveis pelo serviço e gestores municipais dos 184 municípios cearenses, além de municípios de estados fronteiriços, possam ter uma orientação melhor para que o serviço seja de qualidade.

3. OBJETIVOS

- Desenvolver uma fonte de consulta consolidada para o correto dimensionamento do serviço de coleta de resíduos domiciliares de municípios, principalmente os de pequeno porte.
- Aplicar a metodologia apresentada para o dimensionamento de frota do serviço de coleta de resíduos domiciliares.
- Apresentar uma listagem de equipamentos de proteção individual e de proteção coletiva para o serviço.
- Apresentar equipamentos de trabalho para diferentes atividades do serviço de limpeza urbana.

4. INTRODUÇÃO À POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, a qual implementa a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), trouxe consigo uma maneira inovadora de se tratar os resíduos sólidos. Aprovada em uma realidade em que os países cada vez mais se importam com a destinação e as disposições finais dos seus resíduos, o Brasil se insere no contexto internacional, ratificando uma postura, embora muitas vezes apenas em teoria, que demonstra importância para com seus resíduos sólidos, desde a coleta, passando pelo acondicionamento correto, até os estágios de destinação e disposição ambientalmente corretas.

Para que a Política Nacional dos Resíduos Sólidos seja implementada de maneira eficaz, os Estados e municípios terão de desenvolver planos estaduais de resíduos sólidos e planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos, por exemplo. Assim, serão traçadas diretrizes e políticas que devem ser seguidas dentro dos territórios para que sejam respeitados os limites legais dos geradores, consumidores e gestores dos resíduos gerados. Foi colocada em Lei a disposição correta de resíduos, como o aterro sanitário, proibindo, em âmbito nacional, o funcionamento dos chamados lixões, os quais são as formas mais comuns de disposição no Brasil, como expresso por Milaré (2011).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos preencheu uma importante lacuna no arcabouço regulatório nacional. Essa iniciativa é o reconhecimento, ainda que tardio, de uma abrangente problemática ambiental que assola o País, problemática esta de proporções desconhecidas, mas já com diversos episódios registrados em vários pontos do território nacional, e que tem origem exatamente na destinação e disposição inadequadas de resíduos e consequente contaminação no solo, além da dificuldade de identificação dos agentes responsáveis. Esses registros indicam a gravidade de situações de contaminação do solo e das águas subterrâneas, com risco efetivo à saúde pública e à biota, além do comprometimento do uso de recursos naturais em benefício da sociedade. Com efeito, os episódios de poluição do solo têm, como característica preponderante, o grande período de latência entre o fato causador e manifestação - e consequente percepção - de efeitos mais graves no meio ambiente e, em algumas vezes, na saúde da população do entorno, direta ou indiretamente exposta à contaminação. De acordo com

levantamentos divulgados na imprensa à época da edição da Lei 12.305/2010, das 170 mil toneladas de resíduos produzidas diariamente no País, 40% vão para lixões ou aterros irregulares, 12% não são coletados e 48% são destinados a aterros sanitários. Os princípios preconizados pela PNRS integram uma visão mais global da problemática dos resíduos, associando também conceitos já antes vistos na legislação brasileira, conferindo-lhes ainda mais força, como mostra o artigo 6º da Lei 12.305.

“Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.”

Além disso, para que esses princípios sejam realmente colocados em prática, a Lei 12.305 elenca uma série de instrumentos legais, como observado em seu artigo 8º.

“Art. 8º São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros: I - os planos de resíduos sólidos;

II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;

III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;

VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

VII - a pesquisa científica e tecnológica;

VIII - a educação ambiental;

- IX - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;
- X - o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- XI - o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir);
- XII - o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa);
- XIII - os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;
- XIV - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;
- XV - o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;
- XVI - os acordos setoriais;
- XVII - no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, entre eles: a) os padrões de qualidade ambiental; b) o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais; c) o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; d) a avaliação de impactos ambientais; e) o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima); f) o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- XVIII - os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta;
- XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.”

O gestor municipal tanto para se adequar a seus planos municipais quanto para não entrar em desacordo com os direcionamentos estaduais referentes à questão dos resíduos sólidos, devm atentar-se à coleta dos resíduos domiciliares de seu território, fato que impulsiona o desenvolvimento deste trabalho.

5. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a NBR 10.004/04, resíduos sólidos podem ser definidos como:

”Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes do sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

Ainda segundo a NBR 10004/2004, os resíduos sólidos são classificados da seguinte forma:

“RESÍDUOS CLASSE I – Aqueles que apresentem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

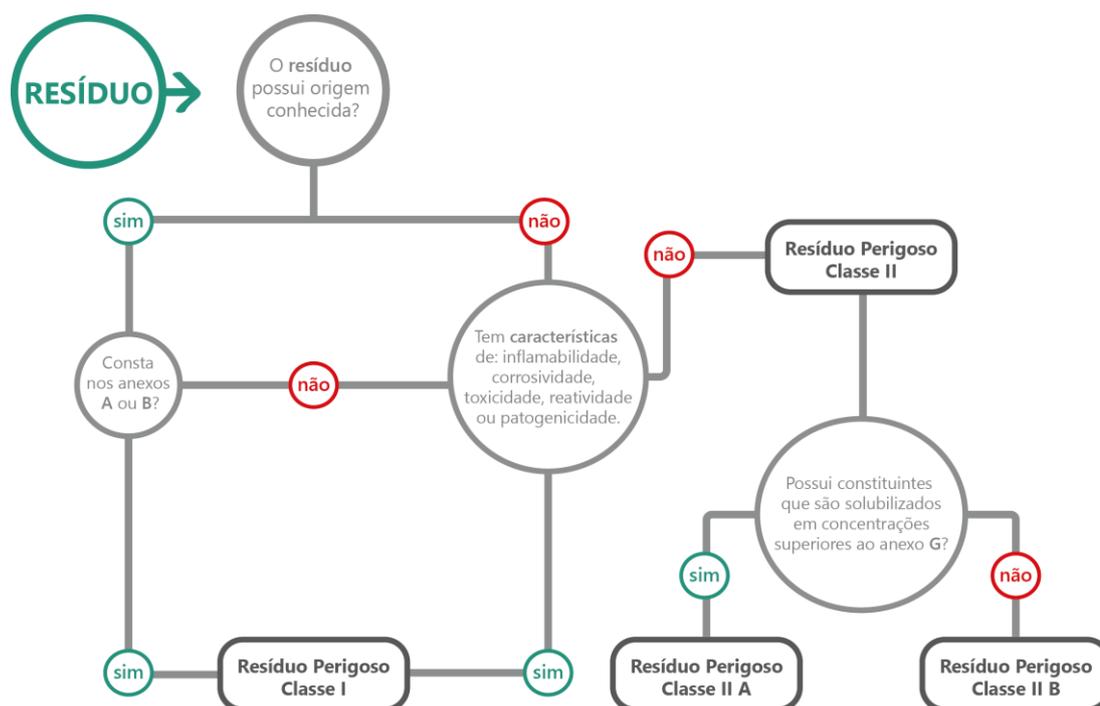
RESÍDUOS CLASSE II – Aqueles não apresentam as características dos resíduos de classe I. São divididos em duas classes.

RESÍDUOS CLASSE II A – Não inertes. Apresentam propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

RESÍDUOS CLASSE II B – Inertes. Quaisquer resíduos que, submetidos a um contato com água não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. São resíduos inertes as rochas tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas. “

Para que a caracterização do resíduo se torne mais fácil, pode-se consultar o seguinte diagrama expresso na Figura 2:

Figura 2 - Diagrama para caracterização de resíduos



Fonte: AUTOR, 2015, Adaptado de NBR 10004/2004.

6. QUARTEAMENTO E SETORIZAÇÃO

De acordo com as atividades que acontecem em determinadas áreas da cidade, as características do lixo produzido sofrem algumas modificações. Assim, as atividades dominantes, como indústrias e comércios, os hábitos da população e o clima da região, são aspectos fundamentais para a determinação de áreas que produzem resíduos com características semelhantes.

Com o quarteamento, conforme a NBR 10007 pode-se obter a composição gravimétrica dos resíduos produzidos, ou seja, as quantidades percentuais de cada componente em relação ao peso total do lixo, o que auxilia no desenvolvimento de

estratégias para a coleta e a armazenagem. Além disso, pode-se aferir uma base melhor para o peso específico do seu resíduo, que é o peso dos resíduos em função do volume por eles ocupados, expresso em kg/m³. Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações.

Por outro lado, a setorização de uma área de coleta é a divisão da região em bacias de coleta para a captação de resíduos, analisando-se os grandes produtores de resíduos, as imposições de relevo, características de trafegabilidade e acessibilidade. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, estas bacias devem coincidir, tanto quanto possível, com os setores censitários do IBGE, de forma que todo o conjunto de informações do Censo esteja disponibilizado para o planejamento.

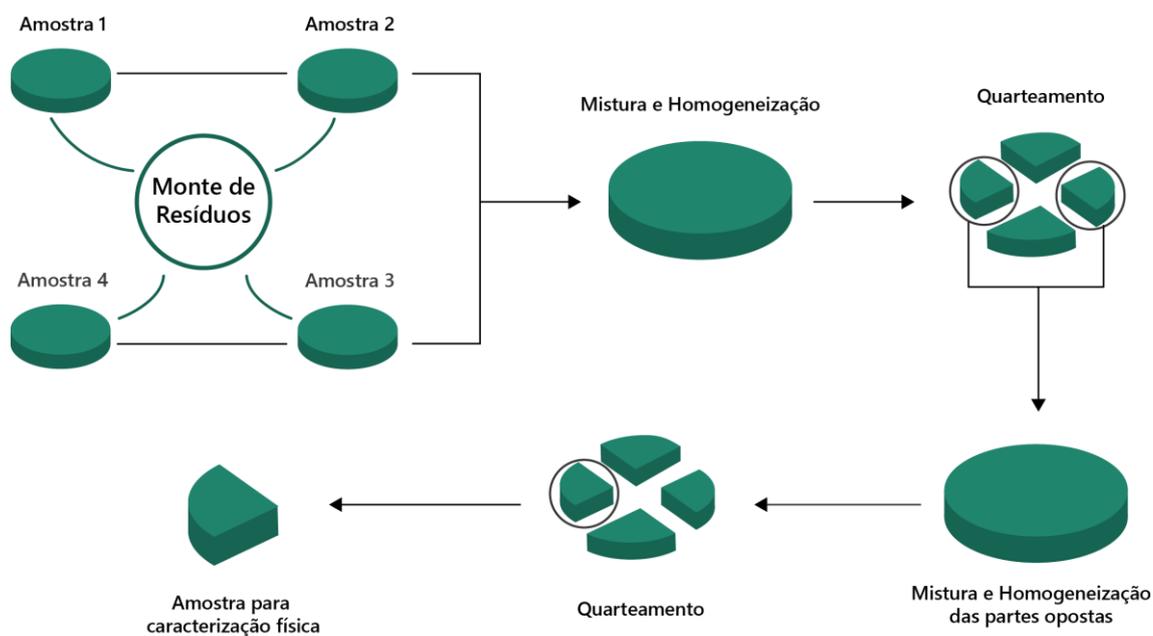
6.1. Procedimentos para o quarteamento

Para a realização do quarteamento dos resíduos, seguem-se alguns procedimentos:

- Despeja-se o material contido no caminhão de coleta em um local apropriado
- Separam-se quatro partes de, aproximadamente, três metros cúbicos, colocados sobre uma lona;
- Rompem-se os sacos plásticos, caixas de papelão e outros materiais que sirvam de acondicionamento de resíduos;
- Divide-se essa amostra em quatro partes;
- Tomam-se duas partes opostas e mistura-se;
- Divide-se novamente essa nova amostra em quatro partes, tomando-se novamente duas partes e as misturando;
- Divide-se outra vez a nova amostra em quatro partes e toma-se uma única parte para as caracterizações.

A síntese do processo pode ser observada na Figura 3.

Figura 3 - Diagrama para o quartejamento de resíduos sólidos domiciliares



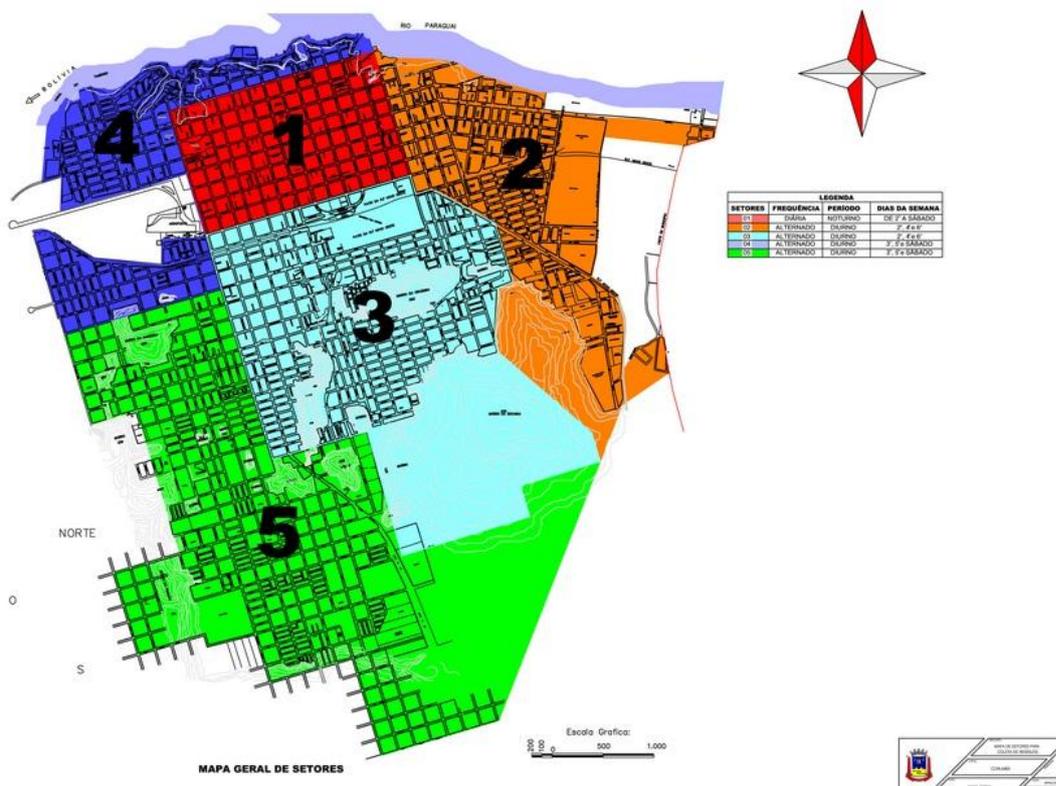
Fonte: AUTOR, 2015.

Após esse procedimento, deve-se aferir os pesos de cada tipo de materiais, como papelão, papel, plástico, vidro, metal, madeira etc. Caso seja do interesse, a subdivisão dos materiais pode ser ainda maior, como, ao invés de metal, separar os pesos de alumínio, ferro etc. Os pesos separados devem ser anotados criteriosamente e então calcula-se as respectivas porcentagens de materiais.

6.2. Setorização

A setorização deve ser feita em concordância com os horários de coleta, disponibilidade de frota e demanda de funcionários. Assim, planejam-se os setores de maneira que se tente aperfeiçoar os tempos de percurso, a coleta de uma maior área que apresenta características semelhantes e fatores geográficos, por exemplo. Dessa forma, pode-se analisar uma setorização, como realizado na cidade de Corumbá – MS, como a Figura 4 (CORUMBÁ, 2014).

Figura 4 - Exemplo de setorização da coleta de resíduos sólidos para o caso de Corumbá



Fonte: CORUMBÁ, 2014.

Observa-se que houve como critério de setorização, os dias e horários de atividades dos caminhões, como observado na Figura 5. Entretanto, o responsável pela setorização pode optar por outro tipo de parâmetro para a demarcação dos setores, como a localização geográfica, as taxas de geração de resíduos, o tipo de habitação da área etc. É necessária uma avaliação de vários critérios para uma melhor setorização.

Figura 5 - Exemplo de divisão da setorização do setor de coleta de resíduos sólidos em Corumbá

LEGENDA			
SETORES	FREQÜÊNCIA	PERÍODO	DIAS DA SEMANA
01	DIÁRIA	NOTURNO	DE 2° A SÁBADO
02	ALTERNADO	DIURNO	2°, 4° e 6°
03	ALTERNADO	DIURNO	2°, 4° e 6°
04	ALTERNADO	DIURNO	3°, 5° e SÁBADO
05	ALTERNADO	DIURNO	3°, 5° e SÁBADO

Fonte: CORUMBÁ, 2014.

7. PARÂMETROS IMPORTANTES

Não existem fórmulas abrangentes e generalistas para a determinação da frequência e dos horários de coleta. O sistema implementado deve estar consoante com diversos aspectos particulares dos municípios, como a disponibilidade de mão de obra, quantidade de caminhões, trânsito local, aceitabilidade do ruído noturno, adequação aos gastos públicos e até mesmo características topográficas. Assim, é melhor que haja um entendimento mais geral da situação para que os gestores decidam as melhores formas de se realizar a coleta dos resíduos domiciliares.

7.1. FREQUÊNCIA DE COLETA

Existem várias maneiras de se realizar a coleta de um município, podendo ser diária ou em dias alternados, por exemplo. Para o gestor, é importante saber que quanto mais dias a frota operar, mais robusto será o seu serviço de coleta, o que traz um série de gastos que aumentam o custo do serviço, pois há a necessidade de revisões mais frequentes da frota e um número maior de funcionários. Segundo Lima (2001), as cidades brasileiras que adotam frequência diária para toda a coleta de lixo domiciliar, normalmente, apresenta um alto custo operacional, desprendendo consideráveis recursos, tais como: equipamentos, pessoal, combustível e manutenção. Caso o município não consiga arcar com os gastos de uma coleta diária, pode-se fazer em dias alternados, atentando-se para os parâmetros de setorização, o que diminui os custos do sistema, mas não necessariamente otimiza o processo.

Como a produção de resíduos domiciliares pode ser bastante heterogênea nas áreas de um município, pode-se também optar por uma coleta mista, onde algumas áreas, geralmente nos aglomerados maiores, possuem coleta diária, e outras, as quais não apresentam uma grande geração, possuem a coleta alternada.

Existem algumas áreas da cidade em que a frequência da coleta deve ser bem planejada porque a geração é muito intensa e, caso não haja uma coleta diária, pode haver um acúmulo exagerado de resíduos, como em regiões comerciais, parques turísticos e áreas de intenso tráfego de pedestres e fluxo de pessoas. O acúmulo de lixo proveniente de varrição, por causa do hábito da população, pode induzir a deposição inadequada de resíduos em locais inapropriados.

Em áreas de baixa densidade demográfica ou em que a produção diária de resíduos não é considerável, a coleta deve ser realizada em dias alternados (no formato de dia sim, dia não, ou dia sim, dois dias não). Fazendo esse formato, um mesmo caminhão pode atuar em setores diferentes durante um dia de trabalho, abrangendo uma área maior de coleta. Pode-se haver uma guarnição no período diurno com o padrão alternado em um setor A do município, enquanto outra guarnição, que utilizará o mesmo caminhão, pode atuar no setor B do município com padrão diário no período noturno. Segundo Lima (2001), um único caminhão e equipe coletora (guarnição) podem atender três bairros ou áreas diferentes de uma cidade em uma semana e na frequência de coleta em dias alternados. Essa característica de adaptação da coleta permite um uso melhor dos recursos financeiros e da disponibilidade de material da prestadora de serviço ou da prefeitura.

“A frequência de coleta alternada traz uma economia da ordem de 30% a 40% em relação à coleta diária. Para o bom funcionamento da coleta alternada é necessário que se cumpram os horários com rigor, realizá-la mesmo aos sábados, na maioria dos feriados e ainda com repasses aos domingos em grande geração de resíduos.” (LIMA, 2001).

7.2. Horários de coleta

Como abordado no tópico da frequência, as definições de horário não seguem uma regra básica, mas uma abordagem que facilite a implementação do serviço de coleta. Para uma boa definição da coleta, deve-se atentar para algumas particularidades, como:

- Convencionalmente, a coleta de resíduos realizada pela manhã ou pela tarde é considerada diurna. A coleta realizada de noite é considerada noturna.
- Os intervalos entre o final de um turno e o começo de outro deve ser bem espaçado para que não haja muita interferência de variações de horário, atrasos ou imprevistos. Além disso, possibilita tranquilidade em caso de haver processos de lavagem, lubrificação ou manutenções rápidas nos caminhões.
- A observância das condições estruturais das vias e das condições de trafegabilidade das vias devem ser um parâmetro importante para a adequação dos horários, pois vias que apresentam intenso fluxo diurno propiciam mais atrasos.
- O tempo gasto para a troca de guarnições deve ser avaliado para que não haja atrasos. Especificações do local dos materiais, áreas específicas de ferramentas e vestuários bem localizados atenuam as perdas de tempo na troca de funcionários.

- Em regiões com clima muito quente, os serviços devem ser executados em horários que evitem o excesso de calor, aumentando a produtividade. Além disso, o uso de EPIs deve ser fator obrigatório.

Caso a coleta noturna seja adotada, é necessário saber que a escolha implica em fatores favoráveis e desfavoráveis para o serviço. A guarnição atuante tende a apresentar um rendimento maior de coleta em áreas de menor tráfego devido à menor interferência de veículos e pedestres, o que permite uma maior velocidade média do caminhão. Este aspecto otimiza a utilização de caminhões, podendo até interferir na quantidade de veículos adquiridos. Entretanto, a coleta noturna provoca uma percepção maior dos ruídos oriundos da compactação, da fricção dos materiais e da movimentação dos coletores nas vias, fato que é motivo de reclamação principalmente em áreas muito residenciais. Além disso, há uma tendência também de ocorrerem mais acidentes devido à falta de iluminação e de manutenção das vias, o que dificulta a visibilidade e a chegada dos caminhões em determinados locais. Concomitante a isso, é sabido que o trabalho desenvolvido no período noturno é passivo de mais encargos sociais, podendo encarecer o serviço de coleta.

7.3. Outros aspectos

As particularidades dos municípios são aspectos que influenciam diretamente na determinação da forma como o serviço de coleta de resíduos será desenvolvido. No momento de elaboração do projeto, alguns fatores, como:

- Taxa de produção per capita
- Densidade populacional
- Região de grande circulação
- Colaboração do munícipe para o serviço
- Caracterização qualitativa dos resíduos
- Distancias entre as estações de transbordo
- Localização dos grandes geradores
- Localização do destina final

7.4. Software de roteirização

A fim de aperfeiçoar o tempo de coleta com uma melhoria da divisão de coleta, faz-se uso de softwares que planejam os itinerários, de acordo com os dados de entrada considerados relevantes, sejam os horários da coleta ou a divisão topográfica.

Os locais definidos para pontos de coleta são genericamente denominados de nós de uma rede ou segmentos de vias. O conjunto de nós, os segmentos de vias, é denominado de ligações ou arcos.

Um software do tipo roteirizador, define a melhor rota, segundo a variável que se quer aperfeiçoar – distância ou tempo de viagem. Estes softwares são denominados de SIG. O SIG utilizado em problemas de transporte é chamado de SIG-T, de acordo com Brasileiro (2008). Como exemplo de um software SIG-T, tem-se o TransCAD.

De maneira genérica, o procedimento de funcionamento do software leva em conta alguns passos:

- Preparação dos dados de entrada (arquivos que mostrem a localização geográfica das paradas e depósitos, informações sobre demanda);
- Criação de uma matriz de roteamento (quais paradas incluir, quais depósitos incluïrem);
- Solução do problema de roteamento de veículos (identifica rotas que servem um conjunto de paradas, a partir de um conjunto de depósitos);
- Apresentação dos resultados.
- Segundo Brasileiro (2008), a aplicação do SIG TransCAD apresentou, através dos resultados obtidos, reduções percentuais de até 41% na distância total percorrida e, de 68% no tempo total de percurso, em relação ao serviço atual, o que demonstra um ótimo funcionamento.

“O **TransCAD** é um software fornecido pelo parceiro autorizado no Brasil SALDIT SOFTWARE e fabricado pela **CALIPER** para planejamento de transporte. Além do padrão, ponto, linha, área e camadas de imagem em um mapa GIS, TransCAD suporta camadas sistema de rotas e tem ferramentas para criar, manipular e visualizar as rotas. O **TransCAD** utiliza uma estrutura de dados de rede para suportar o roteamento e aperfeiçoamento da rede de modelos. Inclui geração de viagens, distribuição, a escolha da modalidade, e os modelos de alocação de tráfego que suportam planejamento de transporte e de previsão de demanda de viagens. O **TransCAD** possui um conjunto de segmentação dinâmica e referenciamento linear ferramentas de gestão auto-estrada , comboio , gasodutos e outras redes (SOFTWARE, 2014).”

8. DIMENSIONAMENTO DO SERVIÇO DE COLETA

Para a implementação do serviço de coleta de resíduos domiciliares em pequenos municípios, deve-se ter a maior quantidade de parâmetros já abordados anteriormente para que se tenha uma ideia do município como um todo, atendendo às áreas que mais necessitam de maneira mais eficiente. Além disso, a boa distribuição da frota de acordo com os horários preferenciais, a adequação da quantidade de caminhões da prestadora e a disponibilidade da mão de obra por guarnição são aspectos que dependerão diretamente da análise dos parâmetros.

8.1. Dimensionamento de frota

Para o dimensionamento de frota, devem-se haver os estudos de quarteamento e setorização fazendo com que já se tenha ideia da localização dos grandes geradores, dos bairros que apresentam uma produção menor e, principalmente, da quantidade de resíduos gerados diariamente e por onde estão distribuídos. É importante salientar que, às vezes, a cobertura do serviço em um município não chega a totalidade da área, seja por motivos econômicos ou operacionais. É obrigação dos governantes tentarem solucionar a problemática da destinação dos resíduos, ou incentivarem técnicas ambientalmente mais corretas. Outro aspecto é que a passagem do caminhão coletor não garante a retirada da totalidade dos resíduos, ou seja, sempre haverá uma quantidade que escapa à coleta, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Detalhe de material que não foi coletado pelo serviço regular de coleta urbana



Fonte: AUTOR, 2015.

Um serviço mais aprimorado de coleta usa caminhões compactadores que, devido às novas políticas públicas, atendem melhor aos requisitos de coleta. Apesar de ser um pouco mais caro, esse tipo de caminhão pode propiciar economia de custos, pois otimiza a quantidade coletada. Um caminhão compactador pode ser observado melhor na Figura 7.

Figura 7 – Vista de um caminhão compactador



Fonte: AUTOR, 2015.

8.1.1. Cálculo da quantidade de resíduo coletado por dia

A quantidade de resíduos coletados diariamente pode ser obtida de acordo com a equação [1].

$$q = G \times H \times R \quad [1]$$

q = Quantidade de lixo coletado por dia [kg/dia]

G = *Per capita* de geração diária do município. [kg/habitante*dia]

H = Número de habitantes [habitantes]

R = Porcentagem dos resíduos gerados no município que realmente são coletados [ex.: 0,9].

8.1.2. Estimativa do tempo gasto pelo transporte em cada viagem ao sistema de tratamento ou destino final

O tempo gasto no transporte dos resíduos em cada viagem ao sistema de tratamento final, ou estação de transbordo pode ser estimado pela equação [2].

$$t = \frac{2 \times D}{Vt} + t' \quad [2]$$

t = Tempo gasto pelo transporte de cada viagem da coleta ao destino final [horas]

D = Distância média do centro gerador até o local de destino final [Km]

Vt = Velocidade de transporte na viagem até o local de destino final; não deve ser confundida com a velocidade desenvolvida pelo caminhão durante o processo de coleta. [Km/h]

t' = Tempo gasto para acesso, pesagem, descarga dos resíduos e saída do local destino final. [hora]

Observa-se que já é estimado o tempo de ida e volta do caminhão.

8.1.3. Cálculo do número de viagens possíveis dentro de um turno de trabalho da guarnição

A quantidade de viagens que o caminhão coletor fará para a coleta dos resíduos pode ser estimada pela equação [3].

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{q} \times \mathbf{Vc} \times \mathbf{T}}{((\mathbf{L}/2) \times \mathbf{c} \times \mathbf{p}) + (\mathbf{q} \times \mathbf{Vc} \times \mathbf{t})} \quad [3]$$

n = Quantidade média de viagens por dia. [número]

q = Quantidade total de resíduos a ser coletado por dia. [kg ou ton – obtido em [1]]

Vc = Velocidade de veículo em coleta. [Km/h]

T = Turno de serviço de coleta. [horas trabalhadas no turno]

L = Comprimento das vias do município a serem atendidas pelo sistema de coleta. [Km]

c = Capacidade de carga por viagem; carga levada pelo caminhão. [kg ou ton/viagem]

p = porcentagem da capacidade do caminhão ocupada pelos resíduos. [número]

t = Tempo gasto pelo transporte de cada viagem da coleta ao destino final. [hora – obtido em [2]]

Deve-se atentar para a adequação de unidades de quilos ou toneladas. Essas unidades não devem ser usadas concomitantes na mesma equação.

O fator “p” foi implementado no dimensionamento da coleta, partindo-se do princípio de que os caminhões não devem operar com as quantidades máximas de especificação. Aconselha-se a utilização do maquinário com uma folga, tanto para aumentar a eficiência das operações de compactação e transporte quanto para permitir uma maior segurança para os funcionários que trabalham próximos às partes frágeis. Além disso, preza-se pela conservação do maquinário quando situações de “estresse mecânico” constante são evitadas. Concomitante a isso, quando a coleta é dimensionada com esse fator de segurança, nos dias em que houver uma produção maior de resíduos do que a planejada, haverá mais probabilidade de esse volume ser absorvido pelos caminhões sem prejuízo ao dimensionamento inicial.

8.1.4. Número de caminhões adotados em coleta diária

O número de caminhões necessários para o bom funcionamento do serviço de coleta pode ser obtido pela equação [4].

$$\mathbf{Fd} = \frac{\mathbf{q}}{\mathbf{n} \times \mathbf{c} \times \mathbf{p}} + \mathbf{K} \quad [4]$$

Fd = Frota diária; Quantidade de Caminhões Coletores Compactadores [Em caso de número decimal, arredondar para mais]

q = Quantidade total de resíduos a ser coletada por dia. [kg ou ton – obtido em [1]]

n = Quantidade Média de Viagens por dia. [Obtido em [3]]

c = Capacidade de carga por viagem; carga levada pelo caminhão. [kg ou ton/viagem]

p = Porcentagem da capacidade do caminhão ocupada pelos resíduos. [número]

K = Quantidade de Caminhões Reserva; é conveniente adotar um fator de segurança de 10% a 20% da frota. [0,1 à 0,2]

Todavia há uma maneira em que poderemos utilizar estes caminhões diuturnamente (diurno e noturno) para a melhor racionalização e economicidade dos sistemas a serem implantados, alterando-se a fórmula.

8.1.5. Número de caminhões adotados em coleta diuturna

Para a adoção de coleta diuturna, ou seja, a coleta realizada em mais de um turno de trabalho diário, pode-se observar a Tabela 1, a qual estabelece um número de viagens extras e de caminhões extras de acordo com o número de habitantes para a adequação do serviço, segundo Lima (2001).

Tabela 1 - Tabela para número de caminhões na coleta diuturna

Relação (População da área X Caminhões noite)	
População, n ^o de habitantes.	Quantidade de Caminhões noite
50.000	0
100.000	1
200.000	2
300.000	3
400.000	4
500.000	5
600.000	6
700.000	7

Fonte: LIMA,2001

Assim, tem-se que:

$$x = \frac{1}{n} \times \left(\left(\frac{q}{c \times p} \right) - y \right) + K \quad [5]$$

x = Quantidade de caminhões coletores compactadores. [Em caso de número decimal, arredondar para mais]

n = Quantidade média de viagens por dia. [Obtido em [3]]

q = Quantidade total de resíduos a ser coletada por dia. [Obtido em [1]]

c = Capacidade de carga por viagem; carga levada pelo caminhão. [kg ou ton/viagem]

p = porcentagem da capacidade do caminhão ocupada pelos resíduos. [número]

y = Quantidade de viagens na (na intenção de demonstrar uma coleta noturna).
[Obtido na Tabela X]

K = Quantidade de Caminhões Reserva; é conveniente adotar um fator de segurança de 10% a 20% da frota. [0,1 à 0,2]

8.2. Exemplos de dimensionamento

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), a maioria dos municípios cearenses apresenta uma população com menos de 20 mil habitantes. Dos 184 municípios, apenas Fortaleza apresenta uma população com mais de um milhão de habitantes (0,5%), 06 apresentam acima de 200 mil habitantes (3,2%), 09 apresentam mais de 100 mil habitantes (4,9%), 37 apresentam mais de 50 mil habitantes (20,1%) e 100 apresentam mais de 20 mil habitantes (54,3%). Ou seja, quase a metade dos municípios do Estado apresenta menos de 20 mil habitantes.

Dessa forma, utilizou-se a metodologia de dimensionamento apresentada para a simulação de dimensionamento do serviço de coleta de algumas situações-exemplo. É importante salientar que os parâmetros adotados são fictícios e não devem ser reproduzidos sem antes haver algum estudo, pois, por mais que possa haver muita semelhança com uma situação real, existem fatores externos que devem ser analisados. Para o cálculo do número de caminhões, construiu-se tabelas com possíveis maneiras de turnos de trabalhos.

É importante salientar que o dimensionamento foi feito apenas para caminhões do tipo compactador, ou seja, não abordam o dimensionamento de caminhões para a coleta de materiais volumosos, nem de resíduos da construção civil etc.

8.2.1. Dimensionamento para um município de 20 mil habitantes com setorização

O Anexo A traz o dimensionamento da frota para o serviço de coleta para uma cidade de 20 mil habitantes em que houve a setorização da área em três setores.

8.2.2. Dimensionamento para um município de 20 mil habitantes sem setorização

O Anexo B traz o dimensionamento da frota para o serviço de coleta para uma cidade de 20 mil habitantes em que não houve a setorização da área, considerando o

município todo um único setor. É notado que não houve diferença no número de caminhões a serem adotados em comparação ao exemplo em que houve a setorização.

8.2.3. Dimensionamento para um município de 30 mil habitantes com setorização

O Anexo C traz o dimensionamento da frota para o serviço de coleta para uma cidade de 30 mil habitantes em que houve a setorização da área em três setores.

8.2.4. Dimensionamento para um município de 50 mil habitantes com setorização

O Anexo D traz o dimensionamento da frota para o serviço de coleta para uma cidade de 50 mil habitantes em que houve a setorização da área em três setores.

8.2.5. Dimensionamento para um município de 100 mil habitantes com setorização

O Anexo E traz o dimensionamento da frota para o serviço de coleta para uma cidade de 100 mil habitantes em que houve a setorização da área em quatro setores.

9. TIPOS DE CAMINHÕES

9.1. Toco / Trucado

Toco ou caminhão semi-pesado: caminhão que tem eixo simples na carroceria, ou seja, um eixo frontal e outro traseiro de rodagem simples. Sua capacidade é de até 6 toneladas, tem peso bruto máximo de 16 toneladas e comprimento máximo de 14 metros.

Trucado: Veículo longo, com três eixos, para remoção de lixo público, entulho e terra. Sua caçamba deve ter 12m³ de capacidade e ser montada sobre chassi com capacidade para transportar 23t de PBT, como observado na Figura 8. Em geral, o carregamento desse equipamento é realizado com uma pá carregadeira, para reduzir o esforço humano e aumentar a produtividade.

Figura 8 – Vista de um caminhão trucado



Fonte: FLICKR, 2015.

9.2. Compactador / Carreta

Compactador: Coletor compactador de lixo, de carregamento traseiro, fabricado em aço, com capacidade volumétrica útil de 6, 10, 12, 15 e 19m³, montado em chassi com PBT compatível (9, 12, 14, 16 e 23t), podendo possuir dispositivo hidráulico para basculamento automático e independente de contêineres plásticos padronizados, como observado na Figura 9.

Esses tipos de equipamentos destinam-se à coleta de lixo domiciliar, público e comercial, e a descarga deve ocorrer nas estações de transferência, usinas de reciclagem ou nos aterros sanitários. Esses veículos transitam pelas áreas urbanas, suburbanas e rurais da cidade e nos seus municípios limítrofes. Rodam por vias e terrenos de piso irregular, acidentado e não pavimentado, como em geral ocorre nos aterros sanitários.

Figura 9 – Vista de um caminhão compactador em operação



Fonte: AUTOR, 2015.

Carreta: Semi-reboque basculante com capacidade de 25m³, tracionada por cavalo mecânico (4x2) com força de tração de 45t. É utilizada para transporte de entulho e para operações em unidades de transbordo. Seu carregamento é feito por pá carregadeira e a descarga, no destino, pelo basculamento da caçamba.

9.3. Tecnologias alternativas

Veículo Urbano de Carga (VUC): mais adequado a vias urbanas, largura máxima de 2,2 metros e comprimento máximo de 6,3 metros. A capacidade de carga máxima é de 03 toneladas

Poliguindaste (operação com caçambas de 07 toneladas e 05 metros cúbicos: Guindaste de acionamento hidráulico, com capacidade mínima de 7t, montado em chassi de peso bruto total mínimo de 13,5t para içamento e transporte de caixas tipo "Brooks" que acumulam resíduos sólidos. O equipamento assim constituído poderá ser do tipo simples, para transporte de uma caixa de cada vez, ou duplo, para transporte de duas caixas de cada vez. O conjunto assim constituído, apelidado de "canguru", destina-se à coleta, transporte, basculamento e deposição de caçambas ou contêineres de até 5m³ de capacidade volumétrica, para acondicionamento de lixo público, lixo de favelas, entulhos etc.

Figura 10 - Caminhão poliguindaste



Fonte: AUTOR, 2015.

10. LISTAGEM DE EPI'S PARA O SERVIÇO DE COLETA

10.1. O que é e para que serve um EPI

Para a coleta de resíduos urbanos existem algumas normas regulamentadoras que estabelecem critérios de proteção, garantindo mais proteção aos trabalhadores envolvidos com este serviço. Vale-se ressaltar que a Norma Regulamentadora 15 (Portaria MTB nº 3.214, de 8/06/1978), considera a coleta de lixo urbano como atividade ou operação insalubre de grau máximo, pois sua atividade envolve agentes biológicos.

A Norma Regulamentadora 06 (Portaria MTB nº 3.214, de 8/06/1978), considera Equipamento de Proteção Individual -EPI- todo dispositivo de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador. Esta Norma Regulamentadora determina ainda, que a empresa é obrigada a fornecer gratuitamente aos empregados o EPI adequado ao tipo de risco, e em perfeito estado de conservação.

Segundo Conceição (2001), o EPI deve proteger contra os riscos dos locais de trabalho e, ao mesmo tempo, deve dar proteção contra as condições de trabalho incômodas e desagradáveis; ademais, deve oferecer a proteção mais completa possível à região do corpo ameaçada diretamente.

Conforme expõem Ferreira ;Anjos (2001), os trabalhadores envolvidos com a coleta de resíduos sólidos estão expostos, em seu processo de trabalho, a cinco tipos diferentes de riscos ocupacionais, sendo classificado como:

- Físicos: ruído, vibração, calor, frio, umidade;
- Químicos: gases, névoa, neblina, poeira, substâncias químicas tóxicas;
- Mecânicos: atropelamentos, quedas, esmagamentos pelo compactador, fraturas;
- Ergonômicos: sobrecarga da função osteomuscular e da coluna vertebral e adoção de posturas forçadas incômodas;
- Biológicos: contato com agentes biológicos patogênicos (bactérias, fungos, parasitas, vírus), principalmente através de materiais perfuro-cortantes;

Para que os direitos trabalhistas dos empregados e os deveres dos empregadores estejam de acordo com a legislação brasileira, Vicente (2003) explica:

“Cabe ainda para a empresa, exigir o uso dos EPI’s pelos seus funcionários durante a jornada de trabalho, realizar orientações e treinamentos sobre o uso adequado e a devida conservação, além de substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado. Como em todas as relações empregador – empregado, os trabalhadores têm seus direitos e deveres, nessa situação não é diferente, sendo responsabilidade dos empregados, usar corretamente o EPI, e, apenas durante o trabalho, mantendo sempre em boas condições de uso e conservação.

10.2. TIPOS DE EPIs

Os EPIs servem para a proteção de diversas partes do corpo, permitindo um trabalho mais seguro e eficaz. Para amplificar a proteção, as prestadoras do serviço de coleta devem fornecer treinamentos para elucidar as formas de uso e a finalidade dos EPIs adotados.

10.2.1. Proteção da cabeça

Os equipamentos são listados na Tabela 2.

Tabela 2 - EPI’s para proteção da cabeça

Equipamento	Ilustração	Combate ao risco
Capacete de segurança		Impactos de objetos, choques elétricos.

Capuz		Respingos, influência térmica.
-------	---	--------------------------------

Fonte: AUTOR, 2015.

10.2.2. Proteção dos olhos e da face

Os equipamentos são listados na Tabela 3.

Tabela 3 - EPI's para proteção dos olhos e da face

Equipamento	Ilustração	Combate ao risco
Óculos de Proteção		Impacto de partículas volantes, luminosidade intensa, radiações, respingos de produtos químicos.
Protetor Facial		Impacto de partículas volantes, respingos de produtos químicos.

Fonte: AUTOR, 2015.

10.2.3. Proteção auditiva

Os equipamentos são listados na Tabela 4.

Tabela 4 - EPI's para proteção auditiva

Equipamento	Ilustração	Combate ao risco
Protetor Auricular sem cordão		Níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR - 15, Anexos I e II

Protetor Auricular com cordão		Níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR - 15, Anexos I e II
-------------------------------	---	---

Fonte: AUTOR, 2015.

10.2.4. Proteção respiratória

Os equipamentos são listados na Tabela 5.

Tabela 5 - EPI's para proteção auditiva

Equipamento	Ilustração	Combate ao risco
Respirador individual		Proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas e fumos.
Respirador semi-facial		Proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas, fumos e vapores

Fonte: AUTOR, 2015.

10.2.5. Proteção do tronco

Os equipamentos são listados na Tabela 6.

É aconselhável que o uniforme seja composto de, no mínimo de tamanho $\frac{3}{4}$, de tecido resistente, de cor clara. As faixas refletivas são indispensáveis. É importante frisar que no caso dos uniformes, o preço varia de região, de empresa e de acordo com a quantidade do pedido.

Tabela 6 - EPI's para proteção do tronco

Equipamento	Ilustração	Combate ao risco
Jaleco com faixa refletiva		Riscos de origem térmica, mecânica, química, e meteorológica.
Calça com faixa refletiva		Riscos de origem térmica, mecânica, química, e meteorológica.

Fonte: AUTOR, 2015.

10.2.6. Proteção dos membros superiores e inferiores

Os equipamentos são listados na Tabela 7.

Tabela 7 - EPI's para proteção dos membros superiores e inferiores

Equipamento	Ilustração	Combate ao risco
Luva de proteção, emborrachada, impermeável e com aderência.		Proteção das mãos contra agentes cortantes e perfurantes, agentes biológicos e agentes químicos.
Sapato de proteção de borracha, impermeável, antiderrapante e com biqueira.		Proteção dos pés contra agentes cortantes e perfurantes, agentes biológicos e agentes químicos.

Fonte: AUTOR, 2015.

10.2.7. Proteção contra quedas

Os equipamentos são listados na Tabela 8.

Tabela 8 - EPI's para proteção contra quedas dos caminhões

Equipamento	Ilustração	Combate ao risco
Talabarte		Queda do caminhão
Trava-quedas		Queda do caminhão

Fonte: AUTOR, 2015.

11. LISTAGEM DE EPC'S PARA O SERVIÇO DE COLETA DE RESÍDUOS

11.1. O que é e para que serve um EPC

Nem todos os equipamentos são necessários de forma individual, pois não serão usados com muita frequência nem ao mesmo tempo por todos os trabalhadores. Então, um Equipamento de proteção Coletiva – EPC, é um equipamento destinado a proteger mais de uma pessoa ao mesmo tempo, podendo até proteger várias pessoas ao mesmo tempo.

11.2. Tipos de EPC's

É importante salientar que apenas a compra de materiais de proteção não garante a segurança dos trabalhadores. Medidas como a colocação e/ou manutenção da plataforma, de barras e de balaústres antiderrapantes, já que o gari viaja na parte externa, para evitar quedas durante manobras e paradas bruscas, devem ser adotadas pelas prestadoras de serviços.

Alguns equipamentos são listados na Tabela 9.

Tabela 9- EPC's para proteção dos trabalhadores

Equipamento	Ilustração	Combate ao risco
Extintor de incêndio		Possíveis incêndios
Triângulo		Acidentes no trânsito
Cone de sinalização		Acidentes no trânsito
Giroflex		Acidentes no trânsito
Protetor solar		Insolação

Fonte: AUTOR, 2015.

É importante que haja, dentro do caminhão, um kit de primeiros-socorros e de uma garrafa de água de, pelo menos, 5 litros. Em locais em que a coleta será realizada no período diurno, os trabalhadores devem estar sempre hidratados.

12. EQUIPAMENTOS DE TRABALHO PARA COLETA DE RESÍDUOS

Diferente dos EPI's e dos EPC's, os equipamentos de trabalho não servem para proteger os trabalhadores de danos, e sim para permitir o trabalho de coleta. Como o serviço de coleta abrange vários aspectos, deve-se atentar-se para materiais específicos para cada situação, podendo haver variações. Em alguns casos, a quantidade de material à disposição da guarnição deve ser avaliado pelos gestores, podendo disponibilizar materiais individuais ou para guarnições de 2 ou 3 funcionários.

12.1. Coleta de resíduos domiciliares

Geralmente, esses materiais encontram-se em uma parte do caminhão, estando devidamente fixados para evitar que caiam nas vias durante a operação do serviço. Na Tabela 10, há uma lista de equipamentos para coleta de resíduos domiciliares.

Tabela 10 - Equipamentos para coleta de resíduos domiciliares

Equipamento	Ilustração	Utilização
Pá		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Vassoura		Auxiliar no recolhimento de resíduos

Fonte: AUTOR, 2015.

12.2. Varrição de vias, capinação, roçagem e poda de árvores.

A varrição de vias e os outros serviços associados, demandam materiais específicos para cada atividade, como pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 11 - Equipamentos para varrição, capinação, roçagem e poda de árvores

Equipamento	Ilustração	Utilização
Pá		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Vassoura		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Carrinho de mão		Transporte de materiais
Container intercambiável		Transporte de materiais
Sacos plásticos		Transporte de materiais; Acondicionamento
Foice		Corte de vegetação
Roçadeira automática		Corte de vegetação

Facão		Corte de vegetação
Ancinho		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Chibanca		Facilitar a remoção de raízes; Cavar buracos
Enxada		Descompactação; Facilitar a remoção de raízes; Cavar buracos
Raspadeira		Facilitar a remoção de resíduos
Tesoura de jardinagem		Corte de vegetação
Serra elétrica ou motoserra		Corte de vegetação mais grosseira, como grandes troncos

Fonte: AUTOR, 2015.

12.3. Pintura de guias

Para a pintura de guias, os principais materiais utilizados pelos trabalhadores são os pinceis, como pode ser observado na Tabela 12. Deve-se atentar para o fato da obrigatoriedade dos EPI's, como os óculos de proteção.

Tabela 12 - Equipamentos para pinturas de guias

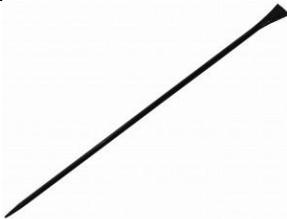
Equipamento	Ilustração	Utilização
Pincel grande		Permitir a pintura
Escova de caiação		Permitir a pintura mais grosseira

Fonte: AUTOR, 2015.

12.4. Limpeza de ralos, bocas de lobo e galerias

Como alguns varredores têm o costume de conduzir o material recolhido para os ralos, bocas de lobo e galerias, é aconselhável que o serviço de limpeza desses logradouros seja associado ao de varrição, aumentando a eficiência do serviço e empecilhos de operação. Na tabela 13 são listados alguns equipamentos para limpeza de ralos, bocas de lobo e galerias.

Tabela 13 - Equipamentos para limpeza de ralos, bocas de lobo e galerias

Equipamento	Ilustração	Utilização
Pá		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Vassoura		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Alavanca		Auxiliar na desobstrução e abertura de ralos e bocas de lobo.
Pé de cabra		Auxiliar na desobstrução e abertura de ralos e bocas de lobo.
Chave de ralo		Auxiliar na desobstrução e abertura de ralos e bocas de lobo.
Talhadeira e marreta		Auxiliar na desobstrução e abertura de ralos e bocas de lobo.

Fonte: AUTOR, 2015.

12.5. Limpeza de feiras

As feiras livres e mercados devem ter uma atenção especial pela concentração de matéria orgânica nos resíduos sólidos. Imediatamente ao fim da atividade, os

resíduos devem ser recolhidos para evitar a proliferação de vetores de doenças, como mosquitos e baratas. Na Tabela 14 lista-se alguns equipamentos para limpeza de feiras.

Tabela 14 - Equipamentos para limpeza de feiras

Equipamento	Ilustração	Utilização
Container intercambiável		Transporte de materiais
Sacos plásticos		Transporte de materiais; Acondicionamento
Pá		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Vassoura		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Rodo		Auxiliar no recolhimento de resíduos

Gadanho		Facilitar o manuseio e repartição de resíduos
---------	---	---

Fonte: AUTOR, 2015.

12.6. Limpeza de praias

A limpeza de praia, além de exigir utensílios mais leves, necessita do uso imprescindível do protetor solar pela guarnição. Alguns equipamentos para a limpeza de praias são observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Equipamentos para limpeza de praias

Equipamento	Ilustração	Utilização
Sacos plásticos		Transporte de materiais; Acondicionamento
Ancinho		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Container intercambiável		Transporte de materiais
Cesto de tela		Transporte de materiais

Fonte: AUTOR, 2015.

12.7. Remoção de animais mortos

As carcaças dos animais mortos devem ser retiradas o mais rápido possível para evitar acidentes e a proliferação de vetores de doenças. Para animais de grande porte, é recomendada a utilização de caminhões com guincho, ou tratores com pás carregadeiras, capazes de retirar carcaças de vacas ou cavalos, por exemplo. Na tabela 16, podem ser observados alguns equipamentos para remoção de animais mortos.

Tabela 16 - Equipamentos para remoção de animais mortos

Equipamento	Ilustração	Utilização
Sacos plásticos		Transporte de materiais; Acondicionamento
Pá		Auxiliar no recolhimento de resíduos
Ancinho		Auxiliar no recolhimento de animais
Peneira grande de tela		Auxiliar no recolhimento de animais (peixes)
Carrinho de mão		Transporte de materiais

Fonte: AUTOR, 2015.

13. DIMENSIONAMENTO DE CONTENTORES

Os resíduos gerados nos domicílios, excetuando-se alguns casos, são classificados, de acordo com a NBR 10004 como classe II, pois não possuem aspectos de combustibilidade, toxicidade etc. A NBR 11174, a qual trata do armazenamento dos resíduos de classe II, afirma que esses resíduos devem ser armazenados de maneira a não possibilitar a alteração de sua classificação, minimizando os riscos de contaminação ambiental.

O acondicionamento correto facilita e aprimora o serviço de coleta, tornando as condições sanitárias e de trabalho mais adequadas, pois minimiza o impacto visual, evita a proliferação de vetores de doenças, diminui o risco de acidentes e torna mais dinâmica a etapa da coleta. É importante salientar que o acondicionamento interno dos domicílios e empreendimentos é de responsabilidade do gerador.

Os contentores, para o bom funcionamento do serviço, devem atender às condições sanitárias, devem apresentar capacidade para conter os resíduos durante os intervalos entre as coletas, além de permitir uma coleta rápida, possibilitando uma melhor manipulação pela equipe de coleta.

13.1. Tamanho dos contentores

Segundo Fonseca (2001), os tipos de recipientes devem ser dimensionados a partir fatores como: as características do lixo; a frequência de coleta; o tipo de edificação por área; o custo dos coletores.

Aconselha-se uma análise da quantidade de resíduos gerados em determinados locais para a escolha da capacidade do contentor. Na área urbana de municípios, contentores de 30, 40 ou 50 litros, podendo ser utilizados até de 120 litros, são adequados para atender à demanda. Caso a geração seja maior, como em feiras, opta-se por bombonas ou contentores intercambiáveis, devendo apresentar grelhas para a drenagem de líquidos. É aconselhável que os contentores apresentem sacos plásticos de litragem adequada para facilitar a retirada do material.

É aconselhável que, sempre que possível, os contentores sejam fixados ou amarrados a postes e muros para evitar furtos e vandalismos. Mesmo os contentores grandes são frequentemente alvos de vandalismos, como danos e pichações, mesmo em

países desenvolvidos esse problema é observado, como se pode perceber na Figura 11. Além disso, o pessoal responsável pela varrição pode depositar o material recolhido nesses contentores, preparando-os para uma posterior coleta.

Figura 11 - Contentores pichados em Roma (Itália)



Fonte: AUTOR, 2015.

Pode haver em alguns pontos, de maior circulação ou geração, contentores de litragem maior, como de 200 litros ou 250 litros, comportando melhor a quantidade de resíduos da região dimensionada, como ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Contentor de 250L



Fonte: FLICKR, 2015.

Em alguns casos, pode-se optar por um contentor de proporções maiores, como 500 litros ou 1000 litros, como ilustrado na Figura 13, estando localizados em pontos estratégicos, como em feiras, centros comerciais, e passeios públicos, onde a geração de resíduos costuma ser maior do que em outros pontos. Esses contentores podem ser usados de maneira estratégica também, pois, caso ele armazene o material de varrição, a guarnição responsável pela coleta terá apenas menos pontos para atender, o que otimiza

o serviço. Em contra partida, contentores muito grandes requerem um trabalho diferenciado, exigindo, as vezes, o uso de caminhões especiais.

Figura 13 - Contentor de 500L



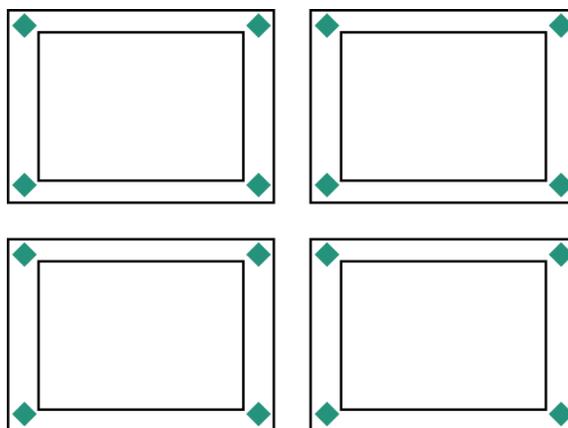
Fonte: FLICKR, 2015.

13.2. Distância entre contentores

A coleta dimensionada de maneira correta permite avaliar os pontos em que há uma grande geração de resíduos. Pela lógica do processo, locais em que é observada uma geração maior precisam de mais contentores, seja para conforto da população ou para a necessidade de espaço para o resíduo em si.

Aconselha-se a criação de um padrão para a instalação dos contentores, facilitando a percepção da população para a localização. Caso o planejamento seja feito de acordo com os quarteirões, pode-se admitir a instalação de contentores sempre nas esquinas, por exemplo. Assim, a população, com a própria vivência, sabe que ao final de cada quarteirão, haverá uma lixeira, como ilustrado na Figura 14.

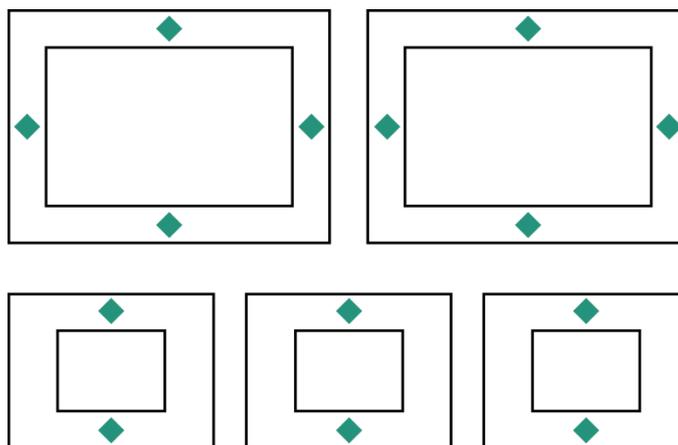
Figura 14 - Distribuição de contentores em quarteirões regulares



Fonte: AUTOR, 2015.

Se os quarteirões forem de tamanhos irregulares, o custo pode aumentar muito. Pode-se então adotar a instalação de contentores no meio das quadras, ou a cada 150 metros, como ilustrado na Figura 15. Esse tipo de disposição tem ganhado adesão em muitas cidades que estão implantando a coleta seletiva, sendo diferenciados pela cor marrom para o caso dos orgânicos. Cidades como Campinas-SP, Foz do Iguaçu-PR, Itu-SP, entre outras.

Figura 15 - Distribuição irregular de contentores em quarteirões irregulares



Fonte: AUTOR, 2015.

Para a distância entre os contentores, o importante é avaliar a área de abrangência de cada contentor, pois, caso haja poucos, torna-se mais suscetível a existência de resíduos nas ruas e, conseqüentemente, nas bocas de lobo e galerias.

14. LIMPEZA DE LOGRADORES PÚBLICOS

14.1. Varrição de vias

Atualmente, o serviço de varrição das vias públicas tem ganhado bastante ênfase. Antes deixado de lado pelos gestores municipais, o serviço vem cada vez ganhando mais destaque, seja pelo aumento do poder aquisitivo da população em geral, pela intensificação do fluxo de pessoas e veículos nas vias ou pelo combate a vetores de doenças que se proliferam nos resíduos acumulados nas vias públicas. Infelizmente, a disposição das lixeiras, o dimensionamento adequado de um serviço eficiente e a quantidade de locais próprios para a reserva do material coletado, de maneira geral,

ainda são parâmetros que, se não projetados corretamente, podem interferir na qualidade do serviço prestado.

Segundo Wolmer (2002), a varrição está diretamente ligada às condições de saúde pública da cidade, sendo também fator diferencial para outros serviços, como o turismo e a realização de eventos. Assim, caso deixada em segundo plano, a varrição junto com o serviço de coleta podem influenciar bastante na arrecadação financeira do município.

Para um melhor dimensionamento, deve-se considerar alguns fatores, como a periodicidade de varrição adotada, a extensão total das vias abrangidas pelo serviço, a concentração de resíduos (vias turísticas, aporte de pessoas, feiras, mercados), e a disponibilidade de mão de obra do município. Além disso, não se deve esquecer a importância dos utensílios acessórios, como o material utilizado pelos varredores e as cestas espalhadas pelo município. De acordo com a Cartilha de Limpeza Pública organizada pelo Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM,1991), as cestas devem ser pequenas para não atrapalharem o trânsito de pedestres, sem tampa, para que ninguém as toquem, e fáceis de esvaziar. Vale ressaltar que elas devem ter proteção das chuvas.

14.1.1. Tipos de varrição

14.1.1.1. Varrição manual

Na varrição manual há a presença do varredor, pessoa que efetua a atividade da varrição. Geralmente, para um grupo de varredores, dimensionado de acordo com o projeto, há um fiscal, cuja função é verificar se a varredura está sendo bem efetuada e se os resíduos estão sendo bem acondicionados. Além disso, o fiscal deve avaliar o desempenho dos varredores, para que o serviço seja prestado adequadamente. Na Tabela 17, podem-se observar algumas vantagens e desvantagens da varrição manual.

Tabela 17 - Vantagens e desvantagens da varrição manual

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Varrição de qualquer pavimentação	Dificuldade de remoção de lama, areia e terra
Baixo custo de manutenção dos equipamentos	Necessidade de caminhão para recolhimento dos sacos com resíduos
Facilidade de contorno de obstáculos	Necessidade constata de compra de materiais (vassouras, pás e sacos)
Sem necessidade de mão de obra qualificada	Transporte das guarnições até o local de varrição

Fonte: AUTOR, 2015.

A varrição manual pode acontecer de forma corrida ou normal, quando as vias apresentam pouca movimentação e pouca concentração de resíduos, fazendo com que os varredores passem apenas em um sentido. Quando acontece o repasse, geralmente em vias com grande afluxo de pessoas e de muita concentração de resíduos, os varredores passam nos dois sentidos, ida e volta. O repasse também é recomendado para áreas comerciais e pontos turísticos.

De forma geral, é aconselhável adaptar a varrição manual de acordo com a necessidade observada em campo, como se observa na Tabela 18.

Tabela 18 - Relação entre o tipo de área e a frequência da varrição

TIPO DE ÁREA	FREQUENCIA
Residencial	Duas a cinco vezes por semana
Comercial	Diária
Feiras, festas e eventos	Eventual

Fonte: AUTOR, 2015.

Em áreas residenciais, a frequência da varrição deve levar em conta a quantidade de árvores, praças e parques da área, o que aumenta o volume coletado. Já em áreas comerciais, o fluxo de pessoas costuma ser bem maior do que em outras partes, como no centro da cidade. No caso de eventos e festas, é importante que a varrição aconteça ao término do evento para evitar que os resíduos se espalhem. É importante também que

haja varredores em atividade dentro do evento, evitando que haja uma acumulação excessiva de resíduos. No caso de feiras e mercados, a varrição também deve acontecer ao final, mas se houver uma grande concentração de resíduos orgânicos, como em mercado de peixes, é importante que haja a lavagem do local com algum tipo de produto desinfetante, geralmente cloro, para evitar a propagação de doenças.

14.1.1.2. Varrição mecanizada

Esse tipo de varrição é caracterizado pela presença de um equipamento que realiza o processo de varrição. É importante salientar que o equipamento consome combustível e que o custo deste tipo de coleta é um pouco maior. Na Tabela 19, tem-se vantagens e desvantagens deste tipo de varrição.

Tabela 19 - Vantagens e desvantagens da varrição mecanizada

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Economia de mão-de-obra	Elevado investimento inicial
Eficiência maior na remoção de terra, areia e lama das sarjetas.	Custos maiores para manutenção do serviço (combustível e manutenção)
Maior produtividade	Não é adequada a todos os terrenos
Menor risco ao trabalhador	Atrapalha o tráfego.

Fonte: AUTOR, 2015.

Quando se utilizam equipamentos para a varrição, deve-se considerar a necessidade de técnicos qualificados para a operação, o que impede a adoção desse sistema em muitos lugares. Concomitante a isso, os equipamentos devem ser alocados em locais que permitam o seu bom funcionamento, como em vias urbanas de grande extensão que apresentem condições básicas de pavimentação.

14.1.2. Dimensionamento do serviço de varrição manual

Para que o serviço de varrição atenda às necessidades da população, ele deve ser dimensionado levando em consideração as peculiaridades existentes em cada município. Havendo diferentes atividades em diversas áreas das cidades, o serviço não pode ser tomado como genérico, pois, na maioria dos casos, existirão áreas em que a coleta não será bem feita.

14.1.2.1. Setorização do serviço de varrição manual

Assim como o serviço de coleta de resíduos sólidos, a varrição requer uma setorização. Geralmente com mais setores do que a coleta de resíduos, a setorização para o serviço de varrição deve levar em conta diversos aspectos, como o tipo de bairros da região (comerciais ou residenciais), quantidade de parques e praças na área, pontos turísticos no local e atividades desenvolvidas no setor.

14.1.2.2. Frequência e horários de varrição manual

De acordo com Wolmer (2002), a frequência da varrição é determinada em função da demanda local dos serviços. Havendo uma maior produção de resíduos pequenos, como pontas de cigarros e folhetos, nas regiões comerciais e turísticas do município, estas devem apresentar uma varrição diária e com repasse, abrangendo assim uma maior área de coleta. Afastando-se um pouco mais das zonas de maior atividade, mas com um fluxo grande de pessoas, adota-se a varrição diária corrida, podendo-se atrelar também o serviço de coleta de resíduos. Em áreas mais residenciais e com menos geração, costuma-se adotar uma varrição corrida em dias alternados.

Após a implantação do serviço de varrição, deve-se fazer alterações no projeto, adaptando-o às características da área em análise. A velocidade de varrição, fator diretamente ligado à quantidade de material coletado por dia, depende de características, segundo a Cartilha de Limpeza Urbana (IBAM, 1991), como: o tipo de pavimentação e de calçada, a existência ou não de estacionamentos, a circulação de pedestres e o trânsito de veículos. Segundo Lima (2001), as pesquisas demonstram que um varredor varre em torno de 3200m a 3600m de sarjeta ou um área de 1300 metros quadrados a 1500 metros quadrados por dia.

Para a adoção dos horários, devem-se montar planilhas e determinar a divisão das equipes por rotas. Geralmente, a varrição noturna é usada em áreas que possuem muitos empecilhos para o trabalho dos varredores, como o trânsito de veículos e a passagem de pedestres nas calçadas, o que diminui bastante o rendimento do serviço. Então, trabalhando no período noturno, o varredor consegue desenvolver uma maior velocidade de varrição, abrangendo uma área maior. Para a varrição mecanizada, o serviço noturno costuma ser, em muitos casos, mais eficiente, pois os carros

estacionados impedem a limpeza das sarjetas, além das varredoras mecanizadas atrapalharem menos o fluxo de veículos.

14.1.3. Exemplificação de projeto de varrição manual

Para se iniciar um projeto de varrição, os projetistas responsáveis devem atentar-se quanto a alguns aspectos, como:

- Delimitação e mapeamento das áreas que serão abrangidas pelo serviço.
- Setorização das áreas, indicando os tipos, os horários e as frequências adotadas nas etapas iniciais do projeto.
- Demarcação de locais estratégicos, como praças, jardins, feiras livres, mercados e pontos turísticos, por exemplo.
- Estabelecimento de pontos de embarque e desembarque das equipes de varrição, de pontos de descarga de sacos plásticos com resíduos e de pontos onde estarão caçambas maiores para possível atrelamento ao serviço de coleta de resíduos.
- Determinação dos itinerários de varrição a serem cumpridos pelas equipes de varrição, além da determinação de itinerários e horários dos veículos coletores dos sacos plásticos com resíduos.

Tomando-se a situação-fantasia (LIMA, 2001), observada na Tabela 20, pode-se prosseguir com os cálculos.

Tabela 20 - Situação fantasia para dimensionamento do serviço de varrição

SETORES	KM TOTAL	FREQUÊNCIA	DIAS/MÊS	PRODUÇÃO	PERIODICIDADE
S1	61,50	DIÁRIA	26	1.599,00	1
S2	38,70	SEMANAL	4	154,80	6
S3	69,40	SEMANAL	4	277,80	6
S4	33,40	SEMANAL	4	133,60	6
S5	409,70	MENSAL	1	409,74	26
TOTAL				2575,06	

Fonte: Lima, 2001

14.1.3.1. Quantidade de varredores necessários

$$x = \sum \frac{q}{n \cdot p} + k \quad [6]$$

x = nº de varredores necessários

q = quantidade de vias a serem varridas [km de sarjetas]

n = periodicidade de varrição [a cada quantos dias ocorre a varrição]

p = produção diária de cada varredor

k = reserva técnica, adotada em 20%

Assim, substituindo os valores para cada setor, tem-se:

$$Q1 = \frac{61,5}{1 \cdot 3,6} = 17,08 = 17$$

$$Q2 = \frac{38,70}{6 \cdot 3,6} = 1,79 = 02$$

$$Q3 = \frac{69,4}{6 \cdot 3,6} = 3,21 = 03$$

$$Q4 = \frac{33,40}{26 \cdot 3,6} = 1,54 = 02$$

$$Q5 = \frac{407,74}{26 \cdot 3,6} = 4,36 = 04$$

$$Total = (17 + 02 + 03 + 02 + 04) =$$

28

$$Quantidade \text{ de varredores} = 28 + 0,2 \cdot 28 = 34 \text{ Varredores}$$

14.1.3.2. Quantidade de caminhões para transporte dos resíduos da varrição manual

Para este dimensionamento, deve-se adotar alguns parâmetros, de acordo com Lima (2001), como:

- Produção, em sacos/dia, de cada varredor: 8 sacos/dia
- Volume de cada saco cheio de resíduo: 0,1 m³
- Peso do total ensacado: 0,12 ton/ m³

- Coeficiente de segurança: 0,9

Assim, tem-se:

$$q = 34 \text{ varredores} * 8 \frac{\text{sacos}}{\text{dia}} * 0,1 \frac{\text{m}^3}{\text{saco}} * 0,12 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 0,9 = 2,94 \text{ ton/dia}$$

Admitindo-se ainda que:

Distância percorrida por cada varredor (cada via apresenta duas sarjetas): 1,8 km

Distância ao destino final: 7,5 km

Velocidade de coleta: 8 km/h

Velocidade do caminhão ao destino final: 25 km/h

Capacidade de carga por viagem: 5 m³

Tempo de descarga do caminhão no destino final: 0,17h (10 minutos)

$$L = 34 \text{ varredores} * 1,9 \frac{\text{km}}{\text{dia}} = 61,2 \text{ km percorridos pelos varredores}$$

Calculando o tempo gasto para o transporte, tem-se:

$$t = \frac{2 \times D}{v_t} + t' \quad [7]$$

$$\text{em que, } t = \frac{2 * 7,5}{25} + 0,17 = 0,77 \text{ horas (46 minutos)}$$

Para a quantidade de viagens para o transporte do material coletado, tem-se:

$$n = \frac{q \times V_c \times T}{(L \times c) + (q \times V_c \times t)} \quad [8]$$

$$\text{em que, } n = \frac{2,94 * 8 * 8}{61,20 * 5 + 2,94 * 8 * 0,77} = 0,58 \text{ viagens}$$

Calculando-se a quantidade de caminhões, tem-se:

$$x = \frac{q}{n * c} = \frac{2,94}{0,58 * 5} = 1,01, \text{ sendo necessário, para essas condições, um caminhão}$$

coletor do tipo basculante. A guarnição pode ser composta por um motorista e dois ajudantes, os quais coletarão os resíduos resultantes da varrição.

14.1.4. EQUIPES DE VARRIÇÃO

Cada equipe de varrição deve ser composta de dois ou três varredores, todos portando suas próprias vassouras e carrinhos. O material varrido deve ser acumulado em pequenos montes ao longo das sarjetas, e armazenado posteriormente. Quando houver uma quantidade considerável de resíduos, o material ensacado, geralmente em sacos de 100 litros, deve ser levado até o ponto de acumulação determinado no projeto.

Monitorando as equipes deve haver um encarregado, para um conjunto de 25 a 30 varredores. Esse trabalhador deve possuir um uniforme diferenciado, permitindo fácil identificação, além de um meio simples de locomoção, como uma bicicleta.

Para a varrição mecanizada, é necessário apenas um motorista para cada varredeira mecânica, devendo constar no quadro de funcionários sempre uma quantidade reserva.

14.2. Capinação e raspagem de sarjetas

A capinação é uma atividade do serviço de limpeza pública, o qual retira e controla a vegetação na área do município. Quando não há esses serviços, a vegetação cresce junto ao meio fio, devido ao acúmulo de terra, o que dificulta o escoamento da água das chuvas, como pode-se notar na Figura 16. É importante salientar que não deve haver a capinação apenas nas sarjetas e em passeios, mas em canais e margens de rios.

Figura 16 - Sarjeta com areia e vegetação



Fonte: AUTOR, 2015.

O serviço pode ser manual, com trabalhadores retirando vegetação de meios-fios, de pequenos terrenos e locais em que o mato esteja se alastrando. Pode ser empregada a capinação mecanizada, onde há a utilização de uma roçadeira mecânica, a qual deve ser utilizada quando se deseja um rendimento maior. Além disso, há a capinação química, onde é empregado herbicidas e outros produtos químicos para controle da vegetação.

Junto com a capina, é comum haver o serviço de raspagem de sarjetas, que é a retirada da terra que fica acumulada entre a via e o meio fio.

Segundo Lima (2001), a frequência dessas atividades deve se processar entre 90 e 120 dias, período em que a vegetação e a quantidade de terra nas sarjetas voltam a ser significativas.

14.3. Poda de árvores

São resíduos originários da poda da vegetação existente nas praças, nos jardins, em vias arborizadas e até de propriedades particulares. Segundo Wolmer (2002), para a realização dessa tarefa, utilizam-se caminhões munidos de carroçaria de madeira, como observado na Figura 17. Como o material recolhido (galhos, pequenas árvores e arbustos) ocupa muito volume, é necessário efetuar diversas viagens ao local de disposição, devido aos espaços vazios que sobram na carga. Geralmente, a acumulação de resíduos de poda faz com que materiais de outra natureza sejam dispostos no mesmo local.

Figura 17 - Operação de poda de árvores



Fonte: AUTOR, 2015.

Para diminuir o espaço ocupado pelo material coletado, pode-se utilizar um picador de galhos. O material resultante pode ser empregado como lenha, forração de canteiros agrícolas ou enviando para compostagem.

A equipe responsável por essa atividade deve ser dimensionada de acordo com a produção do município.

14.4. Limpeza de bocas de lobo e galerias

Esse serviço deve ser realizado concomitante à varrição do local. Segundo IBAM (1991), o serviço tem por objetivo garantir o perfeito escoamento das águas pluviais e impedir que o material sólido, retido durante as chuvas, seja levado para os ramais e galerias, como mostrado na Figura 18.

Figura 18 - Material acumulado em bocas de lobo



Fonte: AUTOR, 2015.

Como é um serviço menos frequente, costuma-se atribuir a responsabilidade de limpeza aos varredores, entretanto deve haver uma fiscalização efetiva para que eles não disponham o material varrido dentro dos bueiros e bocas de lobo. Todavia, esse serviço deve ser dimensionado de acordo com o município, observando as características de pluviometria e relevo do local.

10.5. Limpeza de feiras livres

Como já mencionado, no caso de feiras e mercados, a varrição deve acontecer ao final das atividades. Para que o vento não espalhe os resíduos e não haja a formação de maus odores. Uma boa estratégia para o serviço, é começar a varrição do perímetro indo em direção centro, otimizando a área de cobertura e evitando que haja espaços sem varrição.

Caso o porte da feira ou do mercado seja pequeno, pode-se deslocar uma parte da mão de obra responsável pela varrição para atender a demanda. Entretanto, se o porte da feira ou mercado for grande, ou se houver muitas acontecendo ao mesmo tempo no município, é interessante dimensionar um corpo de trabalho específico para essa demanda.

Se houver uma grande concentração de resíduos orgânicos, como em mercado de peixes, é importante que haja a lavagem do local com algum tipo de produto desinfectante, geralmente cloro, para evitar a propagação de doenças.

14.6. Limpeza de praias

Os resíduos encontrados nas praias geralmente foram trazidos pelo mar, como pedaços de madeira, ou deixados pelos banhistas, como embalagens e latas. Indiscutivelmente, haverá areia no meio do resíduo.

A coleta dos resíduos de praia pode ser feita no período diurno, aconselhável se houver pouco movimento ou em período de baixa estação, e também no noturno, em praias com grande movimento e em período de alta estação, mas desde que haja uma iluminação adequada. O fluxo constante de banhistas faz com que a coleta demore mais e seja menos eficiente, pois sempre haverá a disposição de resíduos em áreas onde já houve a passagem dos varredores e coletores.

Em cidades com praias turísticas, deve-se dimensionar uma equipe especial ou um plano de varrição específicos para a área de maior concentração. Os resíduos sólidos à vista causam uma impressão de sujeira, fazendo com que o município seja avaliado de uma maneira ruim, principalmente por estrangeiros. Além disso, a disposição de lixeiras deve satisfazer à geração do local, podendo, inclusive, haver contentores no meio da

areia. Quanto mais longe estiver a lixeira, maior a probabilidade do banhista deixar seu resíduo na praia.

14.7. Remoção de animais mortos

Em municípios interioranos, os quais apresentam grandes rodovias na sua malha viária, devem se preocupar com a remoção de animais mortos. Os restos e as carcaças, além de atraírem urubus e produzirem mau cheiro, podem ocasionar acidentes.

14.7.1. Remoção de animais de pequeno porte

Geralmente cães e gatos atropelados, os animais mortos devem ser recolhidos e acondicionados em sacos plásticos fechados. A disposição desse resíduos deve ser o incinerador utilizado para os resíduos hospitalares, mas se não houver no município, devem ser dispostos em valas especiais ou no aterro sanitário da região. Na Figura 19 pode-se observar uma carcaça de animal em uma sarjeta.

Figura 19 - Carcaça de animal em sarjeta



Fonte: AUTOR, 2015.

14.7.2. Remoção de animais de grande porte

Os animais de grande porte encontrados nas vias são vacas, cavalos, jumentos, por exemplo, que foram atropelados. Como pesam bastante, a remoção de suas carcaças torna-se bastante difícil para ser realizada manualmente, havendo a necessidade de se usar um veículo munido de guincho para a remoção. Segundo Wolmer (2012), com o

uso do guincho, o animal é puxado sobre o estrado (tampa traseira) e posteriormente, para dentro da carroçaria. Essa mesma operação é feita para a descarga do animal nos incineradores ou aterro em vala.

É importante que a remoção seja feita o mais rápido possível, principalmente se a carcaça estiver no meio de rodovias movimentadas, o que pode ocasionar acidentes graves principalmente à noite.

14.8. Pintura de guias

A pintura de guias faz com que os serviços de varrição e raspagem de sarjetas tornem-se mais harmoniosos à limpeza do município. Principalmente em regiões turísticas, a adequação da pintura ao serviço de varrição faz com que o local não seja interpretado como abandonado. É importante que a pintura ocorra após os serviços de capinação e raspagem das vias, geralmente nos sábados ou quando não houver muito tráfego. Além disso, a pintura de guias auxilia no combate a acidentes de trânsito, melhorando a sinalização, principalmente à noite.

14.9. Remoção de resíduos volumosos

Entende-se por resíduos volumosos aqueles resíduos em que poucas unidades ocupam um grande volume, como geladeiras velhas, sofás, máquinas de lavar quebradas, portas e guarda roupas danificados. Para esse tipo de resíduo, a prefeitura deve montar um sistema de coleta especial, em alguns locais denominados de “Bota-fora” ou “Cata-treco”, para o devido recolhimento. Deve-se realizar essas campanhas em dias pré-determinados e em horários específicos, os quais devem ser de conhecimento da população. Para uma boa eficiência da coleta, campanhas de conscientização e explanação da situação devem ser realizadas junto à comunidade.

É interessante que esses resíduos sejam levados para um local de triagem para uma possível doação a entidades filantrópicas ou reaproveitamento de algumas partes, por exemplo. Caso não haja condições, eles devem ser prensados e dispostos no aterro ou em valas especiais.

15. COLETA DE RESÍDUOS ESPECIAIS

15.1. Resíduos de construção civil

O custo desta coleta é bastante elevado, pois utiliza equipamentos maiores e mais pesados.

A forma de tratamento dos resíduos da construção civil mais difundida é a segregação, seguida de trituração, e reutilização na própria indústria da construção civil. O entulho reciclado pode ser usado como base de rodovias, agregado graúdo na execução de estruturas de edifícios, em obras de arte de concreto armado e em peças pré-moldadas.

Segundo Manual De Gerenciamento Integrado De Resíduos Sólidos (2001):

A forma totalmente automática do processamento do resíduo consiste em um equipamento robusto, de grande potência, capaz de receber e triturar o entulho de obras sem uma separação prévia das ferragens que ficam retidas nos blocos de concreto. Posteriormente, o material triturado passa por um separador magnético que retira o material ferroso, deixando somente o material inerte triturado. O material ferroso vai para uma prensa e posterior comercialização dos fardos, enquanto o material inerte cai numa peneira giratória que efetua a segregação do material nas suas várias porções granulométricas.

No modo de processamento semi-automático, o qual é o mais utilizado no Brasil, o material a ser processado deve sofrer uma segregação prévia das ferragens, não sendo recomendável a trituração conjunta dos materiais.

15.2. Resíduo de serviços de saúde

Nas últimas décadas, a disputa no mercado de tratamento de resíduos de serviços de saúde estava entre a incineração e a autoclavagem, já que, em muitos países, a disposição em valas sépticas não é aceita. Recentemente, os avanços da pesquisa e a maior conscientização das pessoas para com os riscos de poluição atmosférica advindos do processo de incineração fizeram com que este processo tivesse sérias restrições técnicas e econômicas de aplicação, devido à exigência de tratamentos muito caros para os gases e efluentes líquidos gerados, acarretando uma sensível perda na sua parcela de mercado. Todavia, novas tecnologias foram desenvolvidas, dando origem a diferentes processos já comercialmente disponíveis.

As tecnologias utilizadas para o tratamento com este tipo de rejeito, segundo o PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS (PRS,2015), devem:

- promover a redução da carga biológica dos resíduos, de acordo com os padrões exigidos
- atender aos padrões estabelecidos pelo órgão de controle ambiental do estado para emissões dos efluentes líquidos e gasosos
- descaracterizar os resíduos, no mínimo impedindo o seu reconhecimento como lixo hospitalar
- processar volumes significativos em relação aos custos de capital e de operação do sistema, ou seja, ser economicamente viável em termos da economia local.

Alguns processos podem ser citados, como a utilização de fornos rotativos, a utilização de micro-ondas e o uso de radiação ionizante. Para que haja a substituição da incineração ou da autoclavagem, uma análise de custos deve ser feita.

15.3. Resíduo radioativo

Cada tipo de resíduo nuclear tem um destino. De acordo com a Comissão nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão governamental criado para fiscalizar o uso de material radioativo, a disposição dos resíduos radioativos depende do grau de radioatividade e dos materiais de que ele é composto. O rejeito radioativo é classificado em três tipos: os de alta, média e baixa radioatividade. Entre uma gradação e outra, a radiação aumenta cerca de mil vezes. Os rejeitos de nível baixo e médio são guardados em depósitos provisórios ou permanentes. Para os resíduos de alta radioatividade, os geradores devem pedir orientações do CNEN.

15.4. Pilhas e baterias

Uma vez que as pilhas e baterias são resíduos perigosos Classe I, seu tratamento e destinação final são os mesmos descritos para os resíduos industriais Classe I. . As pilhas recolhidas em quantidades superiores a 35 kg podem ser encaminhadas para a ABINEE (2015) , a qual, devido ao acordo setorial entre o governo e o setor, promove o tratamento do resíduo. Cabe a Prefeitura, ou a concessionária da limpeza pública ou uma outra forma de organização receber as pilhas, e fazer o cadastrado e disponibilizar o material para a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica promover o transporte e tratamento.

15.4. Pneus

No processo de descarte, seguindo os preceitos da logística reversa implementada pela resolução CONAMA nº 258/99, os pneus devem enviados para os postos de coleta específicos onde serão retirados pelo fabricante. Após serem recolhidos pelos fabricantes, eles podem ser levados até as empresas de trituração e picotagem cadastradas.

16. ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS

O sistema de limpeza urbana deve estar organizado de acordo com as peculiaridades da cidade ou região, apoiando-se em dados estatísticos, cadastros, plantas e outros instrumentos de controle que permitam sua atualização, além de pesquisas de opinião com a população atendida pelo serviço. Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2015), a organização do serviço é uma tarefa cujo desenvolvimento se fará basicamente em função do tamanho de cada cidade, ou seja, pelo número de habitantes se verificará o montante de serviços a executar, o que por sua vez indicará a estrutura organizacional a ser estabelecida.

A limpeza urbana deverá estar subordinada preferencialmente à Secretaria Municipal da Conservação e Serviços Públicos, ou órgãos atuantes afins. O serviço deverá contar com o apoio, se possível, de um engenheiro, já que no dia-a-dia da limpeza urbana é comum a necessidade de aplicação de conhecimentos técnicos específicos.

Ainda segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2015), como nem todas as Prefeituras poderão atender a essa necessidade técnica, em termos gerais pode ser estabelecida a seguinte orientação para cidades de menor porte:

- para cidades com menos de 10 mil habitantes, a limpeza urbana pode ficar sob a direção de um encarregado de seção (que pode ter outros encargos), com um mínimo de treinamento e acesso a informações, que deverá atuar como supervisor e fiscal rigoroso para o bom andamento dos serviços

- para cidades com população na faixa de 10 mil a 40 mil habitantes, o ideal é que o encarregado do serviço seja pelo menos um técnico de nível médio, que deverá ser especialmente treinado através de cursos, estágios, etc.;

- para cidades entre 40 mil e 100 mil habitantes, o responsável pelo serviço terá problemas mais complexos a resolver dentro de sua rotina diária de trabalho, exigindo-se, neste caso, que o serviço seja chefiado por um técnico especializado em limpeza urbana

Caberá ao setor administrativo da prestadora do serviço, em cooperação com o setor técnico, alimentar o SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - para que haja um banco de dados com informações do local (<http://www.snis.gov.br/>).

17. CONCLUSÃO

A partir de um manual de dimensionamento da coleta de resíduos domiciliares, um pequeno município pode adequar o serviço prestado à realidade de sua população. De acordo com as características da região, os responsáveis pelo serviço podem ter um entendimento melhor dos aspectos fundamentais para a decisão de frequência, dos horários e dos tipos de instrumentos que aumentam a eficiência da coleta, diminuindo gastos públicos e melhorando a qualidade de vida da população. Além disso, um manual pode auxiliar bastante na análise de casos especiais ou no aprimoramento do serviço, quando apresentado uma boa bibliografia e uma boa maneira de exposição das informações.

Sem levar em conta fatores específicos de cada área, com o dimensionamento do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares das situações-fantasia apresentadas, percebe-se que deve haver, no mínimo, dois caminhões compactadores para uma boa cobertura do serviço. Embora o número de caminhões seja o mesmo para algumas situações, vários aspectos variam, como a quantidade de resíduos transportada por viagem (quanto maior a população do setor, mais resíduo o caminhão carrega), e o número de viagens (quanto maior a população do setor, mais viagens por turno o caminhão fará), por exemplo.

Quanto mais fatores forem analisados para o dimensionamento da coleta de resíduos sólidos domiciliares, melhor será a qualidade do serviço, pois abrangerá melhor as peculiaridades de cada município.

18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. 1989.

ANDRADE, H. F.; PRADO, M. L. **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos do município de caldas novas – GO**. 2004. Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004. Disponível em: <http://www.ucg.br/UCG/PROPE/CPGSS/ARQUIVOSUPLOAD/36/FILE/CONTINUA/CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUN.PDF>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (Brasil). **Pilhas e Baterias**. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/>>. Acesso em: 14 dez. 2015.

Associação Brasileira de Normas técnicas. NBR 10.004 resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro de, 2004.

Associação Brasileira de Normas técnicas. NBR 11.1174 Armazenamento de resíduos classes II -não inertes e III – inertes – classificação. Rio de Janeiro de, 1990.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**.

BRASIL. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia para a elaboração de planos municipais de saneamento**. Ministério das Cidades. Funasa – Brasília: MCidades, 2006, 152 p.

BRASILEIRO, L.A. ; LACERDA, M. G.. **Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares**. Volume 13. Número 4. 2008.

CONAMA 307/2002 - **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. Brasil, 2010.

CONCEIÇÃO, M. L. C.; CAVALCANTI, C. L. C. Avaliação dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) na Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) do Restaurante Universitário da UFPB. Rev. Conc. João Pessoa. Jan./Jun. 2001, v. 4 (5) pp.1-12.

CORUMBÁ, Prefeitura de. **Portal da prefeitura de Corumbá: Coleta de lixo**. Disponível em: <<http://www.corumba.ms.gov.br/site/contato/5/seinfra/40/guia-de-servicos/21/>>. Acesso em: 10 Nov. 2014.

CONSELHO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Resíduos Radioativos**. Disponível em: <<http://www.cnem.gov.br/>>. Acesso em: 16 dez. 2015.

FERREIRA, J.A., ANJOS, L.A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2001.

FLICKR. **Compartilhamento de Imagens.** Disponível em: <<https://www.flickr.com/>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

FONSECA, E. M.. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana.** João Pessoa: JRC Gráfica e Editora. 2º edição, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Portal Resíduos Sólidos.** 2016. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-de-servicos-de-saude/>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). População dos municípios cearenses. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=230020&search=ceara|acarau>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Instituto Brasileiro de Administração Municipal -IBAM. **Cartilha de Limpeza Urbana.** Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha/apresentacao.php>>. Acesso em: 10 set. 2015.

Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM. **GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2015.

LIMA, J. D. **GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL.** 01. ed. JOÃO PESSOA: JOSE DANTAS DE LIMA, 2001.. 267p

LUFT, C. P. Minidicionário Luft. 20 ed. São Paulo: Editora Ática, 2003.

MANDARINO, A. **Gestão de Resíduos Sólidos. Legislação e práticas no Distrito Federal.** Dissertação de Mestrado. CDS. UnB, Brasília, 2000

MILARÉ, É. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina jurisprudência,** glossário. 7. ed. rev., atual. e reform. - São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011, p. 855

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão dos Recursos Naturais.** Brasília, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resíduos Sólidos.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 18 out. 2015.

NAIME, R. (Ed.). Lixo ou resíduos sólidos. **Ecodebate: Cidadania & Meio Ambiente.** Brasil, p. 10-11. 12 maio 2010. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2010/05/12/lixo-ou-residuos-solidos-artigo-de-roberto-naime/>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

NR-6 – **Segurança e Medicina do Trabalho**; LEI N° 6.514 DE 22 DEZEMBRO DE 1977. 62ª Edição, p.95.

NR-9 – **Segurança e Medicina do Trabalho**; LEI N° 6.514 DE 22 DEZEMBRO DE 1977. 62ª Edição, p.95.

NR-15 – **Segurança e Medicina do Trabalho**; LEI N° 6.514 DE 22 DEZEMBRO DE 1977. 62ª Edição, p.95

CONAMA 307/2002 - **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.**

SOFTWARE, Saldit. *Compre o TransCad com a Saldit Software*. Disponível em: <<http://www.licenciamentodesoftware.com.br/blog/caliper/compre-o-transcad-com-a-saldit-software/>>. Acesso em: 11 nov. 2014

VICENTE, T. A. **A importância do Equipamento de Proteção Individual – EPI**. Rev. Umuarama Ilustrado. Paraná, 2003.

WOLMER, F. A. **Limpeza Pública**. 2002. Apostila de Limpeza Urbana, Brasil, 2002.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
REITORIA
BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA



Biblioteca universitária

AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR DOCUMENTOS DIGITAIS

Nome: Gabriel Vidal Gaspar
RG: 2005009187555 CPF: 013.244.503-47
Endereço: R. Tibúrcio Cavalcante 2559 CEP: 60125-101
Cidade Fortaleza Estado Ceará
Telefone: 85 3034 5834 Celular: 85 9815-1959
E-mail: gabrielgaspar@hotmail.com gabrielvidalg@gmail.com
Curso/Departamento: Engenharia Ambiental Depart. de Engenharia Hidráulica e Ambiental
Título documento: Diretrizes para o serviço de limpeza urbana de pequenos municípios

Tipo de documento:

monografia de graduação () monografia de especialização () dissertação () tese
() outro, informar qual : _____

Quanto a disponibilização do documento:

Liberção para disponibilizar: Total () Parcial

Em caso de disponibilização parcial do documento, especifique a parte do documento que não deverá ser disponibilizada: _____

DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

Ao assinar e entregar esta autorização, o/a Sr./Sra. (autor ou detentor dos direitos de autor):

- Concede à Universidade Federal do Ceará o direito não-exclusivo de reproduzir, converter, comunicar e/ou distribuir o documento entregue em formato digital.
- Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade.
- Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à Universidade Federal do Ceará os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.
- Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a Universidade Federal do Ceará, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo.
- A Universidade Federal do Ceará identificará claramente o(s) seu (s) nome (s) como o (s) autor (es) ou detentor (es) dos direitos do documento entregue, e não fará qualquer alteração, para além das permitidas por esta licença.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Na qualidade de Titular dos direitos morais e patrimoniais de autor, autorizo a Biblioteca Universitária da Universidade Federal do Ceará, disponibilizar o conteúdo supracitado em seus repositórios digitais, gratuitamente, a licença pública Creative Commons Licença 3.0 Unported por mim declarada, sob a condição de que não seja feito uso comercial nem modificações no trabalho publicado. A obra continua protegida pela lei nº. 9610/98 referente ao direito autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

Gabriel Vidal Gaspar
Assinatura do autor

Fortaleza
Local

17 / 02 / 2016
Data