



CARTILHA DE ORIENTAÇÕES
CARACTERIZAÇÃO
GRAVIMÉTRICA DE
RESÍDUOS SÓLIDOS



CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL
MULTIFINALITÁRIO DO ALTO RIO PARDO

2021





**Conhecendo a composição dos resíduos
para aplicação na gestão municipal**

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

DIRETORIA COMAR

DENERVAL GERMANO DA CRUZ

Presidente do COMAR

Prefeito de Taiobeiras

ASTOR JOSÉ DE SÁ

Diretor Administrativo e Financeiro

Prefeito de Rio Pardo de Minas

SELMA MARIA MORAIS DOS SANTOS.

Diretor Operacional

Prefeita de São João do Paraíso

DANILO MENDES RODRIGUES

Superintendente Administrativo do COMAR

Responsável técnica

ALÉXIA MALVEIRA DA SILVA

Engenheira Ambiental

CREA 144575/D

Coordenadora

Equipe de apoio técnico

Dinilton Pereira da Costa - Procurador

Tamires Sousa – Geografa

Jefferson Dangelis Ramos Santos – Engenheiro Civil

Compilação deste Manual

Alexia Malveira da Silva – Engenheira Ambiental

Diagramação e ilustração: Clésio Robert Almeida Caldeira

SUMÁRIO

1. Apresentação
2. Introdução
3. Resíduos Sólidos
4. Caracterização Física dos Resíduos Sólidos
5. Planejamento da Gravimetria
6. Prática da Composição Gravimétrica
7. Conclusões
8. Anexos



1. Apresentação

Esta cartilha se destina orientar e padronizar as metodologias para que os gestores públicos municipais do Alto Rio Pardo, possam realizar a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados em seus territórios, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n.º 12.305/2010).

O Estudo gravimétrico é uma ferramenta simples, mas de extrema importância para subsidiar a definição de estratégias locais e regionais, possibilita conhecer o perfil dos resíduos gerados, avaliar a geração qualitativa e quantita-

tiva como instrumento no planejamento das ações dos municípios na gestão de seus resíduos.

O conhecimento da composição gravimétrica dos resíduos permite uma avaliação preliminar da degradabilidade, do poder de contaminação ambiental, das possibilidades de reutilização, reciclagem, valorização energética e orgânica. É, portanto, de grande importância para uma definição mais adequada do tipo de tratamento e disposição final dos rejeitos, além de atender aos pressupostos legais.

2. Introdução

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e dispôs sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. De acordo com a PNRS, somente os rejeitos, material restante dos processos de tratamento deve ser disposto em aterros sanitários.

A gestão e o gerenciamento são instrumentos importantes para que o impacto ambiental causado pelos resíduos sólidos seja cada vez menor. Porém, para que a gestão e o gerenciamento funcionem, é fundamental

conhecer as características dos RSU gerados. Sendo assim, é de grande importância o estudo da origem e composição dos resíduos de um município, visto que permite estabelecer melhores procedimentos para a coleta, transporte, tratamento e disposição final.

Especialistas reportam que **“a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares é a primeira e mais importante etapa para qualquer trabalho referente a tais resíduos, quer seja no planejamento da limpeza urbana, na orientação e na determinação do sistema mais adequado para o tratamento e disposição”**.

3. Resíduos Sólidos

De acordo com a NBR-10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resíduos sólidos são:

“resíduos nos estados sólidos e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamentos de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável 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 de acordo com essa norma, os resíduos sólidos são classificados, em função da sua periculosidade, em:

Resíduo Classe I – Perigosos: apresentam risco à saúde pública e/ou ao meio ambiente, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

O ensaio de lixiviação, conforme a NBR 10.005/2004, deve ser realizado na amostra. Caso algum parâmetro se apresente em concentração acima da máxima permitida (listagem F da NBR 10.004/2004), o mesmo será considerado resíduo perigoso. Caso contrário, a

amostra deve ser submetida ao ensaio de solubilização (NBR 10.006/2004), que vai enquadrar o resíduo em uma das duas subclasses a seguir:

Resíduo Classe II – Não Perigosos:

Resíduo Classe IIA – Não Inertes: são todos os resíduos não enquadrados na Classe I - Perigosos ou Classe IIB - Inertes e que podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

Resíduo Classe IIB – Inertes: são todos os resíduos que, submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados, de acordo com padrões desta norma.

Os resíduos sólidos se enquadram na Classe IIA, de acordo com a NBR 10.004/2004, e englobam os resíduos domiciliares e os resíduos de limpeza urbana.

As características dos resíduos sólidos (tipos de materiais, peso, volume etc.) mudam de cidade para cidade, pois variam em função de diversos fatores, como o porte do município, as principais atividades produtivas, os hábitos da população, o clima e o nível educacional. As características dos RS vão se modificando com o decorrer dos anos. Por isso, são necessários programas periódicos de caracterização, visando à atualização dos dados e à adaptação do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos a essas transformações.

4. Caracterização Física dos Resíduos Sólidos

Segundo a NBR 10.007/2004, a caracterização gravimétrica é a **“determinação dos constituintes e de suas respectivas percentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico”**.

A caracterização de resíduos sólidos se apresenta como uma ferramenta essencial para dimensionar a quantidade produzida em cada área e, também, gerar dados que definirão metas e modelos de gestão. Assim, é possível definir o que fazer com o resíduo, desde a coleta até o seu destino final, de forma sanitária, ambientalmente correta e economicamente viável.

Estudos de caracterização gravimétrica também são utilizados para auxiliar no planejamento e no desenvolvimento de políticas públicas e para o dimensionamento de projetos voltados para a tomada de decisões na gestão integrada dos resíduos sólidos.

A composição dos resíduos sólidos é muito variada. Pode incluir de pequenos materiais orgânicos até grandes materiais inorgânicos. A caracterização gravimétrica apresenta os diversos componentes da parte sólida dos RS, tais como papel, papelão, plástico, vidro, metal, madeira, matéria orgânica, borracha e outros.

Aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, determinam as variações das características dos resíduos. Estudos e pesquisas indicam que as porcentagens sofrem variações em função do clima, da frequência da coleta, dos padrões de utilização de sistemas de disposição domiciliar para restos de alimentos, dos hábitos sociais, da renda per capita, da quantidade e da densidade de embalagens, bem como dos padrões de reciclagem.

A relação entre o peso e o volume unitário na massa de resíduos representa o peso específico, sendo que seu valor varia de acordo com a etapa considerada, ou seja, da sua geração até o destino final nos aterros, variando também com o tempo.

O valor do peso específico dos resíduos está diretamente relacionado à sua composição gravimétrica, visto que, quanto maior for a quantidade de componentes leves (papel, papelão, plásticos) ou quanto menor for a quantidade de matéria orgânica, menor será seu valor.



Desenho animado vetor criado por brgfx - br.freepik.com

5. Planejamento do Estudo Gravimétrico

Para um bom estudo gravimétrico, é necessário realizar um planejamento efetivo, visando à padronização da metodologia a ser utilizada na coleta, triagem, pesagem, quarteamento e separação dos diversos componentes da parte sólida dos resíduos.

De acordo com a NBR 10.007/2004, o quarteamento é definido como sendo: **“processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra Pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente, e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado”**. O quarteamento será detalhado ao longo desta cartilha.

A seleção dos bairros ou região onde os resíduos serão coletados deverá representar bem a área do município a ser analisada no estudo, baseando nas características de cada área, procurando, assim, representar bairros que englobem regiões residenciais de baixa, média e alta renda. De acordo com o objetivo do estudo, áreas com características comerciais, industriais e manufatureiras poderão ser consideradas.

As rotas a serem definidas para o estudo gravimétrico não devem ser as mesmas da coleta convencional, pois

muitas vezes essa recolhe os resíduos de bairros com características diferentes, o que levaria à descaracterização da amostra.

Os dias de coleta deverão ser escolhidos de modo a evitar datas festivas e períodos de chuva, atentando-se para a realização da amostragem antes da coleta convencional, para que não ocorra a compactação e, conseqüentemente, a descaracterização dos resíduos.

A definição das rotas e do número de amostras para o estudo de gravimetria deverá ser avaliada por cada município, de modo que seja expressivo e represente a realidade do território a ser estudado.

Atenção:



Caso o município realize a coleta seletiva, será necessária a definição de amostras para os dias específicos da coleta seletiva. Essas amostras deverão ser processadas e homogeneizadas junto com os resíduos da coleta convencional.

Materiais e equipamentos são necessários:

- Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) - luvas, óculos, máscaras, aventais e Botas;
- 1 planilha para anotar os resultados das pesagens;
- Pá, enxada e vassoura para o manejo dos resíduos;
- 1 balança de piso (que pese acima de 50 kg);
- 1 balança de mesa (que pese gramas);
- Veículo para a coleta dos resíduos;
- Sacos plásticos ou bags;
- Contêineres de plástico;
- Lona.



6. Etapas para o estudo da caracterização gravimétrica

1. Descarga dos resíduos pelos caminhões das rotas do Lote estudado;
2. Espalhamento e homogeneização dos resíduos (enxadas, pás e vassouras podem ser utilizadas para facilitar o processo);
3. Realização do 1º quarteamento (divisão da pilha em quatro partes iguais-Seleção de duas partes em diagonais e posterior mistura única destas amostras- Remoção dos 2/4 restantes;);
4. Novo espalhamento e homogeneização do material dos extremos escolhidos;
5. Realização do 2º quarteamento (Escolha aleatória de 2/4 dos extremos do material-Remoção dos 2/4 restantes);
6. Novo espalhamento e homogeneização do material dos extremos escolhidos;
7. Realização do 3º quarteamento - realização manualmente com auxílio de enxadas (escolha aleatória de 2/4 dos extremos do material);
8. Rasgar os sacos de resíduos de forma a expor o material;
9. Separação e composição gravimétrica com o trabalho manual, sendo realizada a catação, triagem e classificação por tipo e classe de resíduos, conforme Tabela em anexo (ex.: tipos de plásticos, papel, vidro, etc.);
10. Os resíduos segregados serão acondicionados em sacos plásticos, bags ou bombonas para pesagem separadamente;
11. Pesagem do total de resíduos da amostra (peso total em kg) e anotação na planilha de pesagens;
12. Determinação da porcentagem de cada fração estudada;

Observação:

- Deverá ser utilizada balança com precisão de 0,01 Kg;
- O descarregamento do caminhão deverá ser em piso impermeável ou uso de lona em local coberto para que não haja contaminação da amostra com o solo e intempéries;
- Os contêineres plásticos deverão ser pesados; (o peso/tara, descontado) e a balança, calibrada.
- Identificar a origem (cidade e rota), tipo de coleta (convencional ou seletiva) e a especificidade do caminhão de coleta, de forma a apresentar os seguintes parâmetros para a primeira fase:
- Peso específico;
- Composição quantitativa, representando peso e percentual, dos itens citados nas tabelas abaixo.

Imagens ilustrativas das etapas do estudo



Figura 1 - Resíduos Sólidos Urbanos despejados para retirada das amostras



Figura 2 - Procedimento de quarteamento para amostragem



Figura 3 – Identificação dos contêineres



Figura 5 -
Pesagem da
amostra total

Figura 4 - Triagem
dos resíduos sólidos
urbanos em frações



Amostras já separadas

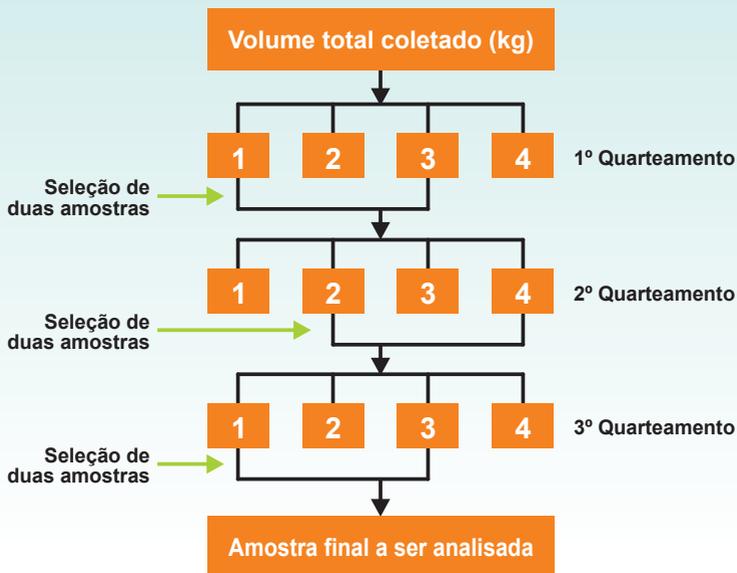


Fração: papel/papelão,
trapos e rejeitos

Figura 7 - Exemplos
das frações de resíduos
pós triagem

Fonte: Malveira, 2021

Modelo de Quarteamento - Convencional:



Obs.: As amostras descartadas em cada quarteamento devem ser separadas, coletadas e destinadas adequadamente.

Fórmulas:

CÁLCULO DE PORCENTAGEM DE CADA MATERIAL NA AMOSTRA

Para verificar a porcentagem de cada material na amostra é utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Percentual de cada categoria (\%)} = \frac{\text{peso de cada fração (kg)}}{\text{peso total da amostra}} \times 100$$

- **Percentual de cada categoria** = percentual de cada classe/tipologia resíduo presente na amostra.
- **Peso de cada fração** = Peso dos resíduos de cada classe/tipologia obtida e pesada.
- **Peso total da amostra** = Peso do total da amostra obtida.

Determinação de peso específico

O peso específico é o peso dos resíduos em função do volume por eles ocupado. Esse parâmetro quantitativo reflete a densidade dos resíduos e varia muito com a sua composição. Normalmente é utilizado para dimensionar veículos coletores e equipamentos de compactação. Salienta-se que o parâmetro do peso específico se refere ao resíduo solto, então deve-se evitar a compactação, a fim de não descaracterizar demais a forma com que a população os disponibiliza para a coleta. A sua determinação pode ser realizada procedendo-se à pesagem de uma fração da amostra acondicionada em um recipiente de volume conhecido, sem promover a sua compactação.

Dessa forma, o resultado encontrado é o peso dessa fração, dividido pelo volume do recipiente. Podem ser realizadas várias medidas e calculada uma média.

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{peso líquido do resíduo (kg)}}{\text{volume da amostra (m}^3\text{)}} \times 100$$

Determinação da geração per capita

Geração per capita é a quantidade de resíduos gerada por habitante num determinado período de tempo. É informação fundamental para subsidiar o planejamento de todo o sistema de gerenciamento dos resíduos, uma vez que possibilita projetar as quantidades de resíduos a coletar e a destinar, e até mesmo o dimensionamento dos cálculos a serem utilizados na coleta.

$$\text{Geração} = \frac{\text{peso total de resíduos de um dia (kg/dia)}}{\text{número de habitantes (hab.)}} \times 100$$

7. Conclusões

A Gestão Ambiental vem ampliar e fortalecer ainda mais os laços do Consórcio com os municípios, através de cadernos que auxiliam, informam e trazem orientações específicas sobre questões fundamentais para a proteção, conservação e recuperação do meio ambiente

Por meio da gravimetria, é possível correlacionar a geração de resíduos com os aspectos socioeconômicos

e culturais da população do município, auxiliando nas estratégias adequadas para cada região e disseminar a informação visando à melhoria das práticas ambientais.

O volume mostra como o estudo da composição dos resíduos descartados é importante para o planejamento de ações, podendo ajudar as prefeituras na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.

8. Anexos

TABELA 1 – TIPOLOGIA E CLASSES DE RESÍDUOS

Tipos	Classes
Plástico	PET
	Plástico Duro
	Plástico Mole
	Plástico Filme
Papel	Papel Colorido
	Papel Branco
	Papel Misto
	Papelão
	Jornais, revistas e panfletos
Vidro	Vidro Branco, Verde, Âmbar e outros
Metal	Alumínio
	Metal Ferroso
	Outros Metais
Outros	Embalagem Longa Vida
	Isopor
	Tecido, Roupas, Borracha, Couro
	Madeira
Matéria Orgânica	Restos de Comida e Podas
Rejeitos	Areais, Pedra, contaminantes biológicos (fraldas, papel higiênico, absorventes)

Os resíduos que se enquadram no Art. 33 da Lei nº 12.305/2010 deverão ser identificados, registrados e pesados separadamente dos demais resíduos.

TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DAS EMBALAGENS

Tipos	Classes
Plástico	Embalagens plásticas em geral
	PET
Papel	Embalagens de papel
	Embalagens de papelão
Vidro	Garrafas, frascos
Metal	Embalagens de alumínio
	Embalagens metálicas
Outros	Embalagem Longa Vida (Tetrapak)
Rejeitos	Os demais resíduos que não foram classificados como embalagens serão classificados como rejeito

Tipos	Classes	Peso (Kg)	%
Plástico	PET		
	Plástico Duro		
	Plástico Mole		
	Plástico Filme		
Papel	Papel Colorido		
	Papel Branco		
	Papel Misto		
	Papelão		
	Jornais, revistas e panfletos		
Vidro	Vidro Branco, Verde, Âmbar e outros		
Metal	Alumínio		
	Metal Ferroso		
	Outros Metais		
Outros	Embalagem Longa Vida		
	Isopor		
	Tecido, Roupas, Borracha, Couro		
	Madeira		
Matéria Orgânica	Restos de Comida e Podas		
Rejeitos	Areais, Pedra, contaminantes biológicos (fraldas, papel higiênico, absorventes)		
	TOTAL		

Referências

Lei 12305. Disponível em: <[http://www.planalto.gov. br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm)>.

Cartilha de orientações: estudo gravimétrico de resíduos sólidos urbanos/
Fundação Estadual do Meio Ambiente. - Belo Horizonte: Fundação Estadual
do Meio Ambiente, 2019

ABNT NBR 10004:2004





GESTORES MUNICIPAIS 2021/2024

ADAILDO ROCHA MOREIRA
Prefeito Curral de Dentro

ASTOR JOSE DE SÁ
Prefeito de Rio Pardo de Minas

CLEBER NASCIMENTO DE PINHO
Prefeito de Novorizonte

DENERVAL GERMANO DA CRUZ
Prefeito de Taiobeiras

GABRIEL ARCANJO BRAZ
Prefeito de Vargem Grande do Rio Pardo

GERALDO DUARTE DE SOUSA
Prefeito Cachoeira do Pajeú

IVAN VIEIRA PINHO
Prefeito de Montezuma

IVO FERNANDES SILVA
Prefeito de Santo Antônio do Retiro

JOÃO CARLOS LUCAS LOPES
Prefeito Berizal

JOAQUIM NERES XAVIER DIAS
Prefeito de Salinas

JOSÉ SARAIVA GOMES
Prefeito de Santa Cruz de Salinas

NIXON MARLON GONÇALVES DAS NEVES
Prefeito Fruta de Leite

SELMA MARIA MORAIS DOS SANTOS
Prefeito de São João do Paraíso

VANDERLÚCIO DE OLIVEIRA
Prefeito de Indaiabira

WAGNER ANTUNES SPOSITO
Prefeito Ninheira