

Caracterização Gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos: proposta metodológica e resultados alcançados

[Diogo Caiafa Moreira Lopes de Faria](#) – Consultor – Técnico em Meio Ambiente com ênfase em Gestão e Negócios de Resíduos (UTRAMIG), Ecólogo (Uni-BH), Especialista em Gestão de Projetos Ambientais (PUC MG).

[Pedro Henrique Garcia Alcântara](#) – Diretor Executivo da Yacamim Sustentabilidade Ltda. – Gestor Ambiental (Una).

RESUMO

A regulação do setor de saneamento no Brasil (Lei 11.445/07) e, especificadamente, resíduos sólidos (Lei 12.305/10), impõe aos titulares dos serviços públicos de saneamento básico a elaboração dos Planos de Saneamento Básico e Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Esses Planos são instrumentos legais que, basicamente, diagnosticam e projetam o futuro dos territórios. Nos Planos de Resíduos Sólidos, como conteúdo mínimo à atividade de “Diagnóstico”, deve-se constar a caracterização física dos resíduos, determinada pela técnica da “análise gravimétrica”. Os autores trabalharam em processos de implantação e consolidação de coleta seletiva em municípios e de modo a atender às normas técnicas brasileiras e simplificar os procedimentos de coleta e segregação, conforme a técnica japonesa. É apresentada a proposta metodológica e os resultados alcançados em dois municípios mineiros.

PALAVRAS-CHAVE: caracterização gravimétrica, diagnóstico, resíduos sólidos urbanos

Gravimetric characterization of urban solid waste: Methodological proposal and results achieved

ABSTRACT

The regulation of the sanitation sector in Brazil (Law 11.445 / 07) and, specifically, solid waste (Law 12.305/10), imposes on the holders of public basic sanitation services the elaboration of Basic Sanitation Plans and Solid Waste Management Plans. These Plans are legal instruments that basically diagnose and project the future of the territories. In Solid Waste Plans, as a minimum content for the "Diagnosis" activity, the physical characterization of the residues determined by the "gravimetric analysis" technique must be included. The authors worked on processes of implantation and consolidation of selective collection in municipalities and in order to meet the Brazilian

Como citar:

FARIA, D. C. M. L.; ALCÂNTARA, P. H. G. Caracterização Gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos: Proposta metodológica e resultados alcançados. *APPREHENDERE – Aprendizagem & Interdisciplinaridade*, V(1), n. 2 (Edição Especial), 2019. Recuperado de <https://lataci.com.br/journal/index.php/apprehendere/article/view/39>

Double Blind Review – OJS

Recebido em 04.12.2019

Aprovado em 11.01.2019



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

technical norms and to simplify the procedures of collection and segregation, according to the Japanese technique. The methodological proposal and the results achieved in two Minas Gerais municipalities are presented.

KEYWORDS: diagnosis, gravimetric characterization, urban solid waste

1. INTRODUÇÃO

Em janeiro de 2012 foi aprovada a cooperação técnica da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) com o Governo do Estado de Minas Gerais, por meio da Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (ARMBH), para projeto sobre análise de resíduos sólidos. Durante os dois anos e meio de duração do projeto, a JICA subsidiou a capacitação de técnicos mineiros em análises física e química de resíduos sólidos em municípios integrantes da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e Colar Metropolitano. Como integrantes das equipes técnicas capacitadas e analistas de campo em processos de implantação e consolidação de coleta seletiva, os autores trabalharam por atender às normas técnicas brasileiras, buscando a representatividade das amostragens de caracterização gravimétrica, e simplificar os procedimentos de coleta e segregação das mesmas, conforme a técnica japonesa.

Os objetivos deste estudo são apresentar a proposta metodológica desenvolvida pelos autores para o planejamento da amostragem, documentar a técnica ensinada pela equipe da KEPA/JICA para a coleta e segregação dos resíduos sólidos urbanos e apresentar os resultados alcançados com a realização da caracterização gravimétrica em dois municípios localizados no Estado de Minas Gerais.

2. METODOLOGIA

FASE 1 – Planejamento da amostragem de resíduos sólidos urbanos

- Demonstrar o percentual, por tipo de material*, presente dentro o volume global de resíduos sólidos gerado em uma determinada região ou município;
- Demonstrar os percentuais gerados nas diferentes regiões sócio econômicas** da região ou município;
- Estimar o potencial de resíduos sólidos urbanos – RSU gerado na região ou município.

*: Pretende-se definir os tipos de materiais a serem amostrados com base na realidade local de beneficiamento desses.

** : Foram utilizadas as classificações sócio econômicas definidas pela região ou município. Para os estudos de estabelecimento de regiões sócio econômicas homogêneas em cidades de médio porte, normalmente, são identificadas três classes sociais: classe A, com rendimentos acima de 6 salários mínimos, classe B, com rendimentos entre 3 a 6 salários mínimos e classe C, com rendimentos abaixo de 3 salários mínimos.

FASE 2 – Planejamento e procedimentos da caracterização gravimétrica

- Avaliação do serviço local de limpeza urbana: Frequência de coleta, dias da semana e horários da coleta convencional por bairro atendido pelo serviço. Durante os trabalhos de campo (amostragem), devem ser preservadas as condições da coleta local, suas rotinas e metodologia;
- Forma de coleta: Preferência por caminhões abertos, tipo basculante ou carroceria (lixo solto);
- Pontos de amostragem: Bairros representativos, por classe sócio econômica, que apresentem entre si equivalência ou proximidade no número de domicílios

e/ou habitantes (verificar dados do Programa Saúde da Família - PSF, Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig, Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa, Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE);

- Tipos de amostradores: Resíduos sólidos domiciliares e comerciais depositos para coleta convencional, independente da forma de acondicionamento;
- Amostras a serem coletadas: Total coletado nos bairros selecionados para posterior quarteamento. Considera-se representativo, o volume de 200 kg amostral para segregação. Sugere-se amostrar duas coletas semanais por bairro selecionado (a primeira coleta após o final de semana e a última ao final da semana);
- Identificação e ficha de coleta: Toda amostra deve ser identificada imediatamente após a coleta. Sugere-se que a ficha de coleta contenha: nomes do técnico de amostragem, motorista e coletores do caminhão, data e hora da coleta, itinerário, identificação da origem do resíduo (domicílios, comércios, grandes geradores de resíduos comuns e/ou especiais, etc.), breve descrição do local da coleta e determinações e observações efetuadas em campo;
- Tempo de armazenagem: A amostra coletada deverá ser segregada, de preferência, no mesmo dia, evitando assim a decomposição da parte orgânica, produção de chorume, mau cheiro, atração de vetores, etc.;
- Destinação final: Os rejeitos deverão ser coletados e encaminhados, pelo município, ao sistema de destinação final disponível e os resíduos recicláveis coletados e encaminhados, pelo município ou Organização de Catadores (quando houver e de acordo com as condições locais de cada ator), a reciclagem;
- Equipamentos de segurança: Para coleta e segregação das amostras deverão ser utilizados, por todos os facilitadores, os seguintes Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): óculos, máscara, luvas e botas;
- Materiais e recursos humanos necessários: Bacias, sacos plásticos ou tambores para acondicionamento das amostras, etiquetas para identificação desses recipientes, lona plástica (acima de 35m²) para cobertura do piso, balança para pesagem dos recipientes contendo as amostras, enxada para homogeneização das amostras, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e equipes de coordenação e execução.
- Local de segregação e procedimentos: Preparação: Recomenda-se que esse local seja definido de forma a facilitar a destinação final dos rejeitos e recicláveis gerados após segregação e também ocorra cobertura do piso com lona e distribuição de bacias plásticas ou sacos plásticos de lixo (60 e 100l) em torno da lona, de modo a acondicionar temporariamente cada tipo de material segregado.
- Despejo, quarteamento e segregação: Após a preparação do espaço, aproxima-se o caminhão da lona para despejo de toda a amostra (nos casos de quantidade razoável de resíduos) ou parte pré selecionada (todas as porções do montante, nos casos de quantidade alta de resíduos) no centro da lona e aplica-se o quarteamento, com o auxílio de uma enxada. Encontrada a parte a se segregar, inicia-se o processo com base nos tipos de materiais determinados.
- Pesagem, cálculo e disposição final: Finalizada a segregação, cada tipo de material será pesado, separadamente, em balança (que conte gramas e pese acima de 200 kg). Posteriormente, todos os pesos serão somados para

sinalização do peso global amostrado. Finaliza-se nesse momento a atividade e parte-se para a destinação final, já relatada. Após o uso, caso a opção tenha sido pela utilização de bacias plásticas, os recipientes utilizados devem ser lavados.

3. EMBASAMENTO TEÓRICO

A regulação do setor de saneamento no Brasil (Lei 11.445/07) e, especificadamente, resíduos sólidos (Lei 12.305/10), impõe aos titulares dos serviços públicos de saneamento básico a elaboração dos Planos de Saneamento Básico e Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Esses Planos são instrumentos legais que, basicamente, diagnosticam e projetam o futuro dos territórios.

Nos Planos de Resíduos Sólidos, como conteúdo mínimo à atividade de “Diagnóstico”, deve-se constar a caracterização física dos resíduos, determinada pela técnica da “análise gravimétrica”. Essa análise consiste em segregar amostras de lixo de um determinado território, a fim de identificar a proporcionalidade de cada tipo de material constituinte da representatividade local e suas consequências relacionadas, por exemplo, aos mecanismos e estratégias de coleta, a viabilidade da usabilidade de tratamentos ou destinação final e, até mesmo, a localização de áreas prioritárias para o início da coleta seletiva. A caracterização gravimétrica de resíduos sólidos urbanos no país é direcionada segundo as normas técnicas ABNT NBR 10004 (ABNT, 2004) e, principalmente, ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004). Contudo, a normatização recomendada não contempla o planejamento para amostragem, cabendo ao realizador o estabelecimento de metodologia própria para o alcance da representatividade de característica territorial.

4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Tabela 1. Resultados das amostras dos bairros, por tipos de materiais (em Kg)

Município: Itaúna	Amostra 1 - Centro	Amostra 2 - Residencial Vereedas	Amostra 3 - Moadá Nova	Amostra 4 - Cerqueira Lima	Amostra 5 - Padre Eustáquio	Amostra 6 - Belvedere	Amostra 7 - Itaunense	TOTAL	(%) por tipo	(%) por grupo	
Papel	Papelão	7,5	1,5	2,9	2,5	3,5	8,2	5,8	31,9	2,0	
	Tetra pak	2,9	3	2,4	2,5	0,7	2,5	1,7	15,7	1,0	
	Bianco	0,5	1,4	0,9	0,6	0,7	3,6	4,9	12,6	0,8	
	Journal	2,9	0,9	1	5,5	1,6	2,9	3,9	18,7	1,2	
	Outros	16	5	3,8	2,9	19,7	7,8	6	61,2	3,8	
Plástico	PEI	2,5	1,5	0,7	3	1,3	1,4	1,8	12,2	0,8	
	Mole	5,3	3,5	1,9	1,9	1,2	16,9	5,3	36,0	2,2	
	Rígido	4,5	1,5	3,6	2	1,9	4,7	18	31,2	1,9	
Metal	Outros	21,8	20	18,9	16,1	2,3	2,9	8,5	90,5	5,6	
	Ferrosos	2	2	2,6	1	3,2	3,3	2	16,1	1,0	
Metal	Não ferrosos	0,9	1	0,5	0,6	0,5	1,9	0,5	5,9	0,4	
	Vidro	Garrafas retornáveis									
Outros		0	0	0	0	2,2	0	2,6	4,8	0,3	
Vidro	Outros	8	1,7	3,1	2,5	0	4,9	8	28,2	1,7	
	Orgânico	Orgânico	96,2	175,8	194,4	193,6	161,2	97,1	74,6	582,9	57,6
Outros	Rejeito	38,5	32,7	45	12,8	28,5	25,5	34,1	217,1	13,4	
	Perigosos	0,5	0,3	0,2	0,3	0	0,8	0,3	2,4	0,1	
	Diversos	18,5	7	52,5	3,2	4,7	9,9	7,2	103,0	6,4	
TOTAL (KG)		228,50	258,80	274,40	251,00	233,20	194,30	180,20	1620,40	100,00	100,0
(%) por amostra		14,1	16,0	16,9	15,5	14,4	12,0	11,1	100,0		

Fonte: Elaboração própria.

Conforme observa-se na Tabela 1, do total dos resíduos amostrados 22,5% são recicláveis (papel, plástico, metal e vidro), 58% correspondem à fração orgânica e

20% a outros resíduos. Segundo estimativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a participação da matéria orgânica na composição gravimétrica dos RSU coletados no Brasil (2008) é de 51,4%. Tratando-se de amostras coletadas como “molhados”, é previsto que o percentual encontrado seja superior ao dessa média. Além disso, observa-se que 23% é o índice de contaminação por resíduos recicláveis e de 2% por resíduos diversos, como retalhos de tecido e couro (resíduos comerciais), etc.

Tabela 2. Resultados das amostras dos bairros, por tipos de materiais (em Kg)

Município: Paracatu		Amostra 1 - Amoreiras II	Amostra 2 - Bandeirante	Amostra 3 - Centro II	Amostra 4 - Vila Mariana	Amostra 5 - Cidade Nova I	Amostra 6 - Alto do Açude	Amostra 7 - Bom Pastor/São João Evangelista	Amostra 8 - Centro Comercial	Amostra 9 - Paracatuzinho/Vila Sol	TOTAL	(%) por tipo	(%) por grupo
Papel	Papelão	6,4	12,2	20,3	5,2	6	5,8	6,4	14,2	8,6	85,1	5,29	16,26
	Tetra pak	3	2,2	2,2	96,4	2,4	1,4	0,8	1,4	1	110,8	6,88	
	Branco	4,2	1,6	0,6	8,6	0,4	0,8	0,8	2,6	1,4	21	1,3	
	Outros	5	3,4	14,8	4,4	2,8	2,2	4,2	3,4	4,8	45	2,79	
Plástico	PET	2,8	5	2,8	2,6	1,2	2,4	3,8	2,8	1,2	24,6	1,52	12,42
	Mole	15,6	19,8	21,8	6,6	12,4	9,8	15,2	10,4	9,8	121,4	7,54	
	Rígido	5	7,8	7,2	3,4	4	3,6	4,8	2,4	4,2	42,4	2,63	
	Outros	1	0,4	1,8	0,2	0,2	0,4	4,6	2	1,2	11,8	0,73	
Metal	Ferrosos	1,4	2,4	3,6	0,4	1,2	1,4	2,6	1,2	1	15,2	0,94	1,35
	Não ferrosos	0,8	2,8	0,6	0,4	0,2	0,6	0,6	0,4	0,2	6,6	0,41	
Vidro	Diversos	5,8	4,8	3,6	2,2	3,8	2,6	8	2	2,2	35	2,17	2,17
Orgânico	Orgânico	95,4	116,4	139	39,2	80,4	67,2	107,8	39	43,4	727,8	45,25	45,25
Outros	Rejeito	20,4	39	20	8,4	23,6	13,2	44,8	16,4	32	217,8	13,54	22,55
	Perigosos	1,8	3,8	1	1	1,4	0,8	0,8	2,8	37,8	51,2	3,18	
	Diversos	25,4	8	18	3,2	5,8	12	12,6	1,9	6,5	93,4	5,83	
TOTAL (KG)		194	229,6	257,3	182,2	145,8	124,2	217,8	102,9	155,3	1609,1	100	100
(% por amostra)		12,6	14,2	15,9	11,2	9	7,7	13,5	6,3	9,6	100		

Fonte: Elaboração própria.

Conforme observa-se na Tabela 2, do total dos resíduos amostrados 32,2% são recicláveis (papel, plástico, metal e vidro), 45,25% correspondem à fração orgânica e 25% a outros resíduos. A título de comparação, segundo estimativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a participação da matéria orgânica na composição gravimétrica dos RSU coletados no Brasil (2008) é de 51,4% e de material reciclável 31,9%. Pode-se afirmar, portanto, em comparação à estimativa nacional, que o percentual orgânico caracterizado no conjunto das 9 amostras é menor (41%), enquanto o percentual encontrado de resíduos recicláveis é maior (34%).

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foram selecionados 2 (dois) municípios mineiros que possuem estimativa populacional aproximada, entretanto de diferentes regiões do Estado. Pode-se inferir que os dois municípios possuem o sistema de coleta seletiva implantado e que atualmente são operados por organizações de catadores de materiais recicláveis em parceria com as prefeituras municipais. Informação esta, que nos indica ao menos uma mínima separação na fonte geradora dos resíduos domiciliares / comerciais. Ressalta se, que estes sistemas de coleta seletiva atualmente funcionam de forma regular para boa, pois existe frequência de coleta considerável e são operadas por cooperativas que possuem equipamentos essenciais para a realização do serviço.

A coleta seletiva adotada nestes municípios é realizada por meio da separação binária, isto é, a separação simples dos resíduos sólidos em Secos (recicláveis) x Molhados (não recicláveis).

Os resultados da Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos confirmam a necessidade do uso dessa ferramenta para o planejamento e operação

dos atuais serviços do sistema de limpeza urbana, uma vez que a alta incidência dos resíduos orgânicos desafia a busca para o tratamento adequado dos resíduos orgânicos e consequente adaptação dos serviços de coleta seletiva ofertados. Pode-se concluir que se faz necessária a multiplicação da separação triplíce, isto é, separar em Secos x Orgânicos x Rejeitos. Este último corresponde à parcela de resíduos sólidos urbanos não passíveis de tratamento.

Segundo estimativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a participação da matéria orgânica na composição gravimétrica dos RSU coletados no Brasil (2008) é de 51,4%, portanto ao analisar a média dos dados dos municípios, Itaúna-MG (58%) e Paracatu-MG (41%), conclui-se que a incidência de matéria orgânica encontrada confirma os dados publicados pelo MMA e indica a necessidade de buscar soluções para o tratamento desses resíduos, assim como a adaptação dos serviços de coleta seletiva conforme as realidades municipais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma NBR 10.004:** Resíduos sólidos – classificação. São Paulo, 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma NBR 10.007:** Amostragem de resíduos sólidos. São Paulo, 2004. 21 p.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978**, Brasília, DF, jan 2007.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**, Brasília, DF, ago 2010.

JICA. Disponível em: <<https://www.jica.go.jp/english/index.html>>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>.