

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DA GRAVIMETRIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE BELO HORIZONTE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.IV-048>

Guilherme Augusto Costa Viegas (*), Cicero Antonio Antunes Catapreta, Lisete Celina Lange

*Engenheiro Ambiental (UFMG), contratado pela Fundação Christiano Ottoni / guilhermeaucv@gmail.com

RESUMO

O descarte inadequado de resíduos sólidos é um problema grave no Brasil, visto que seu acondicionamento ainda é realizado incorretamente em algumas cidades, causando impactos negativos na saúde pública e no meio ambiente. A caracterização gravimétrica é uma ferramenta importante para entender as frações dos materiais presentes nos resíduos e planejar sistemas mais eficientes de coleta, tratamento e destinação. Nesse contexto, o presente estudo analisou a evolução gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos produzidos em Belo Horizonte de 2011 a 2021, em suas nove Regiões Administrativas, comparando os resultados com estudos anteriores na mesma região. O processo de quarteamento, recomendado pela ABNT, foi utilizado a partir dos resíduos da amostragem paralela à coleta domiciliar efetivada mensalmente em cada unidade de planejamento. O tratamento de dados analisou a gravimetria a partir do cenário socioeconômico da cidade. Os resultados mostraram que a fração de matéria orgânica corresponde a 48,3% dos resíduos, 32,5% são materiais recicláveis, 16,3% se enquadra na classe diversos e 2,9% a outros materiais. Não houve relação entre a gravimetria e os aspectos socioeconômicos em todas as regiões analisadas. Espera-se que esses resultados possam auxiliar o poder público e estudos futuros na gestão de resíduos sólidos em outras cidades brasileiras, visando reduzir os impactos negativos para a saúde pública e o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: gravimetria, resíduos sólidos, caracterização, limpeza urbana, regiões administrativas.

ABSTRACT

The improper disposal of solid waste is a significant issue in Brazil, as some cities still package waste incorrectly, causing negative impacts on public health and the environment. Gravimetric characterization is an essential tool to understand the fractions of materials present in waste and plan more efficient systems for collection, treatment, and disposal. In this context, the present study analysed the gravimetric evolution of urban solid waste produced in Belo Horizonte from 2011 to 2021, in its nine Administrative Regions, comparing the results with previous studies in the same region. The quartering process, recommended by NBR 10.007/2004, was used in waste from parallel sampling to monthly household collection carried out in each planning unit. Data processing analysed gravimetry from the city's socioeconomic scenario. The results showed that the organic matter fraction corresponds to 48.3% of waste, 32.5% is recyclable materials, 16.3% falls under the miscellaneous class, and 2.9% to other materials. There was no relationship between gravimetry and socioeconomic aspects in all analysed regions. It is hoped that these results can assist the government and future studies in solid waste management in other Brazilian cities, aiming to reduce negative impacts on public health and the environment.

KEY WORDS: gravimetry, solid waste, characterization, urban cleaning, administrative regions.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos acompanha a humanidade desde seus primórdios, evoluindo suas características, tipos e quantidades conforme o desenvolvimento tecnológico, o crescimento populacional e o aumento do consumo e do poder aquisitivo das pessoas. Devido a isso, o manejo dos resíduos sólidos tem se tornado cada vez mais preocupantes no cenário mundial, principalmente quando são consideradas as questões ambientais.

No Brasil, a situação do manejo dos resíduos sólidos urbanos (RSU) pode ser considerada crítica, uma vez que, a disposição final ainda é realizada pelos municípios de maneira incorreta. Em geral, ainda é comum que os RSU sejam dispostos, em sua maioria, de forma inadequada (48,51% dos municípios), em lixões e aterros controlados, e, em menor quantidade, de forma adequada (51,49% dos municípios) em aterros sanitários. Além disso, em 2021, aproximadamente 40% de todo resíduo coletado no país foi descartado inadequadamente, correspondendo a um total de 29,5 Mt (ABRELPE, 2021).



A população brasileira ainda sofre com a carência de alguns serviços fundamentais, causada pela falta de investimento no saneamento básico (inclusive o manejo inadequado de resíduos), afetando a qualidade do solo, ar e dos recursos hídricos, os quais ocasionam problemas de saúde pública, como por exemplo, a proliferação de vetores e, consequentemente de doenças (ARAUJO *et al.*, 2018).

Além disso, existe a necessidade de muitas famílias buscarem seu sustento a partir de materiais recicláveis nas áreas de disposição final dos resíduos sólidos no país, ocasionada pelos estigmas enfrentados por eles através do preconceito, discriminação e rejeição da sociedade, causando condições de desemprego e pobreza. Esse hábito coloca os catadores em risco iminente de contaminação, em razão das condições insalubres e impróprias desses locais (ALENCAR *et al.*, 2009).

Nesse sentido, percebe-se a importância da caracterização dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que a partir dela, é possível estudar o comportamento de cada um dos materiais que os compõem. De acordo com Monteiro *et al.* (2001), a gravimetria é uma forma de conhecer a composição dos resíduos sólidos de uma determinada região, a partir da demonstração percentual de cada componente de uma amostra em relação ao seu peso total.

Diante desse cenário, este trabalho pretende estudar a evolução temporal da gravimetria dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Belo Horizonte, estudando os fatores que interferem nas suas características.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a evolução temporal da composição gravimétrica do RSU produzidos na cidade de Belo Horizonte entre os anos de 2011 a 2021. Especificamente, tem-se como objetivos específicos:

- Avaliar, a partir das Regiões Administrativas (RA) a composição gravimétrica do RSU tendo em vista aspectos socioeconômicos;
- Aplicar estatística descritiva para avaliar as características dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Belo Horizonte;
- Comparação dos estudos gravimétricos realizados em Belo Horizonte no período de 2011 a 2021.

METODOLOGIA

Área de estudo

A cidade de Belo Horizonte (Figura 1), se encontra na região sudeste do Brasil, na região central do Estado de Minas Gerais. A cidade é o sexto município mais populoso do país (2.530.701 habitantes) e possui uma área de, aproximadamente, 332 km² e possui 487 bairros, os quais são divididos em nove Regiões Administrativas (RA) que são responsáveis por definir ações e programas que englobam a saúde, esporte, lazer e educação, de acordo com suas demandas.

As RA são: Barreiro (53,6 km²) é a maior regional quando consideramos sua área total logo em seguida vem a regional Pampulha (51,21 km²) e a Nordeste (39,46 km²) que ocupa a 3ª. Além das regionais citadas, a região administrativa Oeste (36,06 km²), Norte (32,67 km²), Centro-Sul (31,85 km²), Noroeste (30,17 km²), Venda Nova (29,27 km²) e Leste (27,98 km²) completam a lista (IBGE, 2021; PBH, 2018).

O município é delimitado pelas cidades municípios de Ribeirão das Neves, Vespasiano e Santa Luzia, Sabará, Nova Lima, Brumadinho e Ibirité e Contagem (Figura 2).

A responsabilidade pelo desenvolvimento, gestão e implementação de programas e atividades de limpeza na cidade de Belo Horizonte é atribuída à Superintendência de Limpeza Urbana (SLU). A partir das amostras de resíduos sólidos coletadas em cada região administrativa do município, a empresa obtém dados que são utilizados para o planejamento da coleta domiciliar, especificando as áreas que serão atendidas pelos veículos coletores em uma jornada de trabalho.

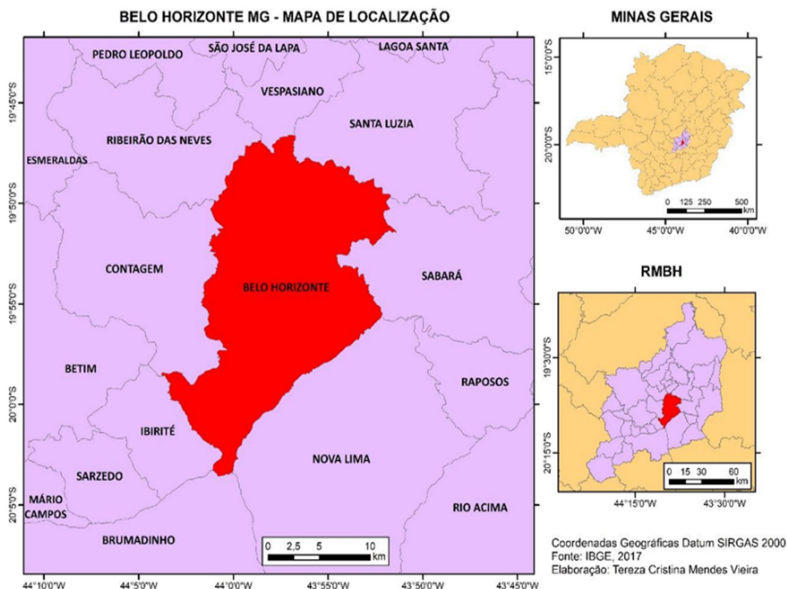


Figura 1: Mapa de Belo Horizonte. Fonte: Vieira (2018).



Figura 2: Regiões Administrativas de Belo Horizonte/MG. Fonte: Apollo (2010).

Características socioeconômicas

As principais atividades econômicas na região metropolitana de Belo Horizonte são ligadas aos setores de comércio, indústria e serviços. Embora a média salarial do município seja de R\$ 1.497,33 (PBH, 2018), há uma variação significativa da renda média em diferentes regiões administrativas (Figura 3).

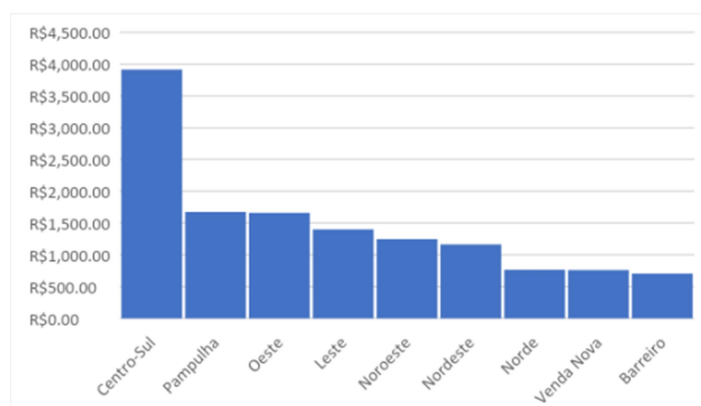


Figura 3: Renda média de Belo Horizonte. Fonte: (PBH, 2018)

As Figuras 4 e 5 ilustram, respectivamente, informações sobre a renda média e o índice de desenvolvimento humano (IDH). É possível perceber uma correlação entre esses dois indicadores, os quais serão utilizados posteriormente para analisar se há alguma relação entre a renda e a caracterização gravimétrica de cada região.

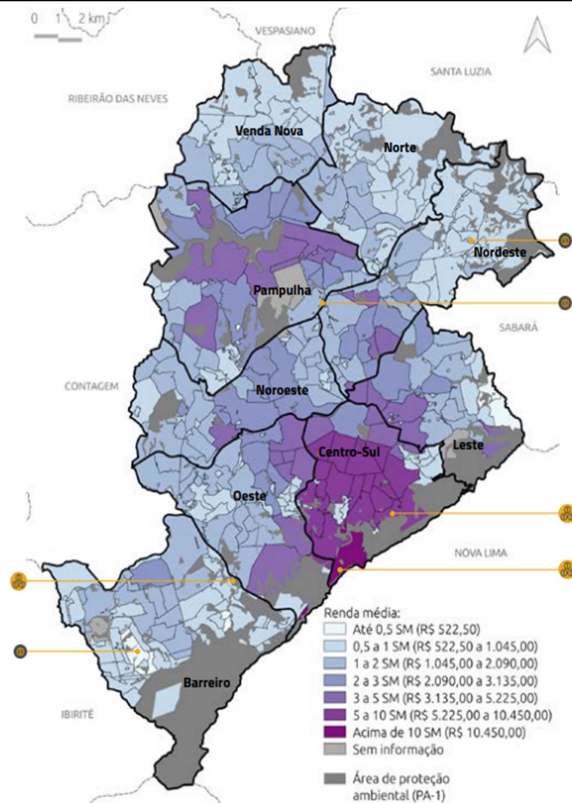
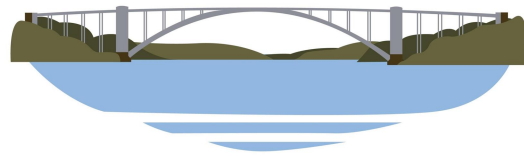


Figura 4: Mapa de Belo Horizonte: Renda Média. Fonte: NOSSABH (2021)

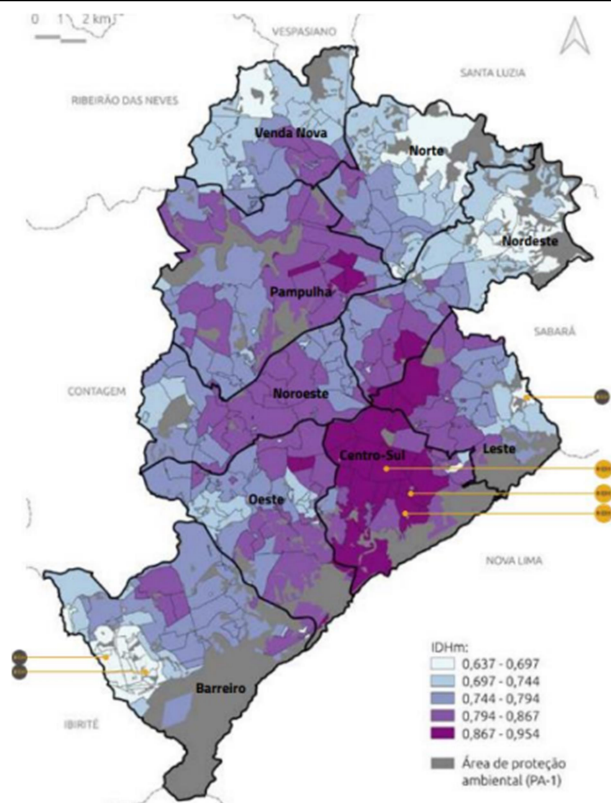


Figura 5: Mapa de Belo Horizonte: IDH. Fonte: NOSSABH (2021)

Caracterização Gravimétrica dos RSU

A realização de um estudo gravimétrico visa conhecer a composição dos resíduos sólidos de acordo com sua tipologia, agrupando-os por categorias. Ao considerar os resíduos sólidos provenientes do comércio e dos domicílios, é evidente a composição variável, apresentando resíduos minerais, vegetais, animais e sintéticos (SMLU 2004).

Para a metodologia escolhida na caracterização gravimétrica dos RSU, foram levados em conta estudos semelhantes de outros municípios do Brasil e de outros países, baseando-se no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (MONTEIRO *et al.*, 2001), com princípios norteadores que incluem:

- Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de cada região;
- Coleta de amostras mensais de cada região separadas de acordo com sua tipologia:
 - Matéria orgânica, materiais recicláveis e outros.

Amostragem dos resíduos sólidos urbanos

Uma vez por mês, caminhões compactadores coletam amostras aleatórias de resíduos sólidos urbanos, selecionando um dia do mês com base na frequência e turno da coleta domiciliar, conforme indicado na Figura 6. A seleção do bairro é feita de forma aleatória, limitada à sua região administrativa. Para garantir a precisão dos resultados, os resíduos não são compactados durante a amostragem, evitando alterações em suas características físicas.

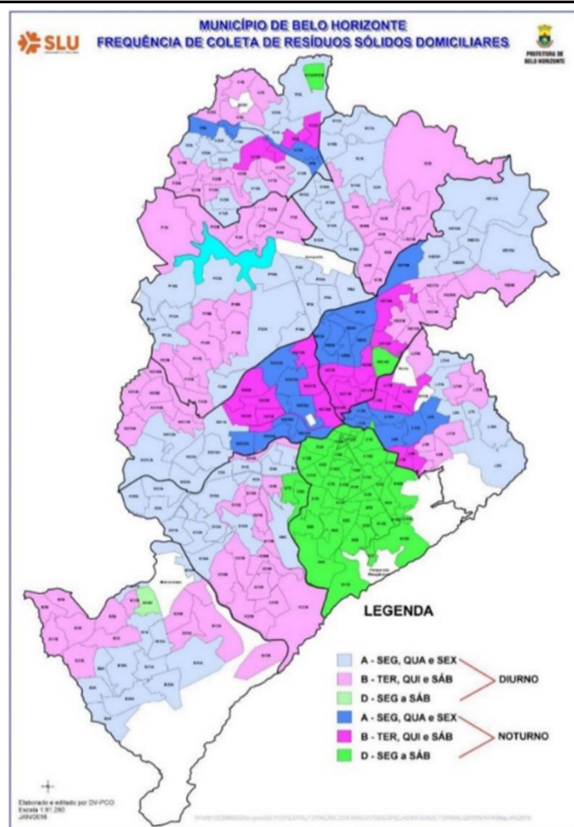


Figura 6: Frequência e turno da coleta domiciliar porta a porta. Fonte: SLU (2016)

Por fim, os resíduos foram segregados e pesados de acordo com sua categoria, sendo acondicionados em sacos plásticos. A partir da relação da massa dessas frações com relação à massa total dos resíduos sólidos, foi determinado o percentual de cada uma das tipologias escolhidas. Dessa forma, foi possível obter a gravimetria de cada uma das regiões administrativas estudadas.

Análise estatística e evolução temporal

Utilizando o software Microsoft Excel (Microsoft, 2019), foi possível realizar a análise estatística das maiores frações geradas em Belo Horizonte ao longo do tempo, ou seja, matéria orgânica e os materiais recicláveis, de acordo com os dados de cada região administrativa, considerando as médias anuais e totais dos materiais e buscando identificar padrões e tendências nos resultados. Além disso, atentou-se à análise do comportamento dos parâmetros a partir dessas regiões, visando avaliar a existência da influência direta do IDH e renda média da população na quantidade de resíduo gerado, avaliando principalmente o impacto das frações majoritárias: orgânicos, recicláveis e diversos.

No que lhe concerne, procurando-se uma melhor compreensão da evolução gravimétrica em Belo Horizonte, foram utilizados estudos anteriores relacionados à caracterização dos resíduos sólidos urbanos feitos até 2004 para o município, visando estudar a gravimetria e características físicas dos resíduos domiciliares e comerciais, a partir de sua composição. A Tabela 1 ilustra a composição gravimétrica dos estudos realizados (CATAPRETA, 2008).

Tabela 1. Composição gravimétrica do RSU Fonte: SLMU (2004)

Parâmetro	Ano de Realização do Estudo (% peso úmido)				
	1972 ⁽¹⁾	1985 ⁽¹⁾	1991 ⁽¹⁾	1995 ⁽²⁾	2004 ⁽³⁾
Papel	16,77	13,44	10,7	8,11	8,39
Papelão	-	2,43	2,8	3,3	1,13
Vidro	2,07	1,48	2,22	2,39	2,85
Madeira	0,93	0,97	0,56	0,53	0,99
Metal ferroso	-	2,3	2,5	2,26	1,75
Metal não ferroso	3,32	-	0,2	0,38	0,54
Plástico	1,9	4,92	6,5	11,27	10,88



Trapo	2,19	2,94	1,5	2,27	2,45
Couro	0,28	1,42	0,2	0,26	0,21
Folhagem	-	6,53	5,4	2,04	9,05
Borracha	0,09	1,56	0,42	0,27	0,39
Animal	-	0,18	-	-	-
Osso	0,11	-	-	0,07	-
Cerâmica	0,38	-	0,15	-	0,3
Alimento	-	8,94	-	-	-
Matéria orgânica putrescível	69,88	52,89	64,4	65,4	52,54

É importante ressaltar que, a partir da composição gravimétrica apresentada, foi realizada a comparação da gravimetria apenas da matéria orgânica e materiais recicláveis, visto que eles apresentam as maiores frações encontradas nos resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte.

Além disso, para a confecção da Tabela 2, a qual pode ser observada abaixo, foram escolhidas as cidades com maior PIB per capita de cada uma das Regiões do Brasil, as quais serão utilizadas para comparar as suas gravimetrias com a de Belo Horizonte.

Tabela 2. - Composição gravimétrica e PIB das capitais.

Fonte: IBGE (2022); Reichert (2016); Governo de Brasília (2018); PSP (2014); Guedes (2021)

Capital	PIB per capita	Matéria orgânica	Recicláveis
São Paulo/SP	R\$ 60.750,09	51,23%	35,83%
Manaus/AM	R\$ 41.345,11	45,20%	43,00%
Brasília/DF	R\$ 87.016,16	48,34%	22,99%
Porto Alegre/RS	R\$ 51.116,72	61,39%	21,38%
Recife/PE	R\$ 33.826,84	35,83%	37,11%

RESULTADOS

Análise estatística da gravimetria

A partir das amostras mensais de cada regional analisada, foi obtida a composição gravimétrica média anual dos RSU de Belo Horizonte de 2011 a 2021 para matéria orgânica e materiais recicláveis. A Figura 7 e 8 apresentam esses resultados.

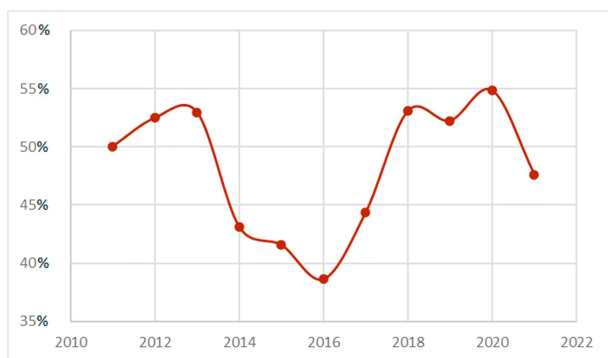


Figura 7: Caracterização gravimétrica da matéria orgânica. Fonte: PBH (2022)

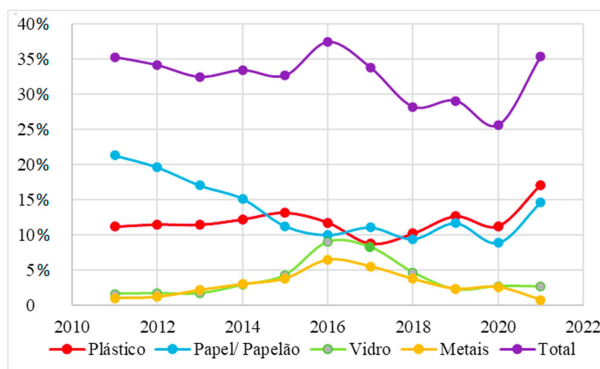


Figura 8: Caracterização gravimétrica dos materiais recicláveis. Fonte: PBH (2022)

Conforme é apresentado na Figura 7, a matéria orgânica (restos de alimento, podas e resíduos sanitários) foram os principais resíduos encontrados em todas as regiões administrativas ao decorrer destes 11 anos. Sua contribuição, dada a partir da média ponderada da soma anual de todas as regiões administrativas, é de 48,26%. Por outro lado, os materiais recicláveis, apresentados pela Figura 8, possuem como representatividade 32,47% da composição gravimétrica de Belo Horizonte, sendo que o papel (papelão, papel fino e outras embalagens) representa 13,7% dessa porcentagem, o plástico, aproximadamente, 12%, o vidro (claro e escuro) com 3,86% e os metais (ferroso, alumínio e não ferroso) com 3%.



Comportamento dos principais parâmetros pesquisados por região

A partir da Tabela 3, temos que, enquanto a região Norte (50,80%) apresenta o maior percentual médio observado durante o período estudado, a região Centro-Sul (43,56%) apresenta o menor percentual médio. Já, pela Tabela 4 é perceptível que a representatividade dos materiais recicláveis por região foi contrária a apresentada pela matéria orgânica, uma vez que, o maior percentual médio dos resíduos sólidos observados, foi encontrado na região Centro-Sul (37,04%), enquanto o menor valor foi representado pela região Norte (29,67%).

Tabela 3. Análise estatística: Matéria Orgânica. Fonte: PBH (2022).

Região Administrativa	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Venda Nova	49,69	48,26	5,27	43,80	58,73
Leste	46,59	47,80	7,40	34,38	56,53
Pampulha	47,65	50,03	7,21	36,08	57,21
Norte	50,80	51,34	6,68	43,12	63,83
Nordeste	49,91	50,77	6,20	36,87	57,30
Centro-Sul	43,56	42,99	6,52	33,45	52,06
Barreiro	50,21	50,21	4,93	43,32	57,78
Noroeste	47,20	50,31	7,39	34,79	57,16
Oeste	48,75	53,57	7,58	36,70	56,01
Belo Horizonte	48,26	49,62	6,72	33,45	63,83

Tabela 4. Análise estatística: Materiais Recicláveis. Fonte: PBH (2022).

Região Administrativa	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Venda Nova	30,77	30,33	4,23	23,28	37,49
Leste	33,77	33,97	4,25	26,97	39,70
Pampulha	32,75	31,43	4,48	27,31	42,50
Norte	29,67	30,64	4,69	19,77	37,76
Nordeste	32,22	30,96	3,56	27,68	38,17
Centro-Sul	37,04	38,14	4,44	30,62	42,46
Barreiro	30,47	29,63	4,35	22,98	37,65
Noroeste	33,47	35,09	6,01	20,17	41,16
Oeste	32,06	32,67	5,49	24,57	41,78
Belo Horizonte	32,47	32,18	4,93	19,77	42,50

Ao analisar o cenário de Belo Horizonte, podemos observar que as diferentes regiões da cidade apresentam valores semelhantes quando se trata das frações estudadas, indicando uma caracterização gravimétrica homogênea. Isso sugere que o IDH e a renda média populacional não apresentam uma influência significativa na composição dos resíduos produzidos em cada região da cidade.

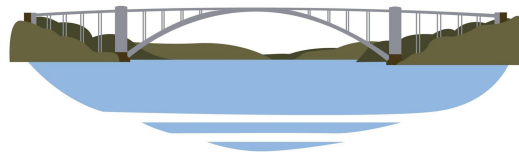
Em outras palavras, não há uma correlação clara entre o nível socioeconômico de uma região e a composição dos resíduos produzidos pelos seus habitantes em Belo Horizonte. Isso pode indicar que fatores culturais, hábitos de consumo e infraestrutura urbana podem ter um papel mais importante na caracterização gravimétrica dos resíduos em diferentes áreas da cidade.

Cenário atual em relação a outros estudos

A partir do estudo gravimétrico apresentado pela Superintendência de Limpeza Urbana e dos dados fornecidos pela 10ª gravimetria de Belo Horizonte, foi possível construir a Tabela 5, a qual apresenta a média anual dos resíduos sólidos urbanos produzido durante os períodos analisados.

Tabela 5. Comparação com os estudos anteriores Fonte: PBH (2022).

Ano	Matéria Orgânica	Papel/Papelão	Plástico	Vidro	Metais	Outros
1972	69,88%	16,77%	1,90%	2,07%	3,32%	6,06%
1985	68,54%	15,87%	4,92%	1,48%	2,30%	6,89%



1991	69,80%	13,50%	6,50%	2,22%	2,70%	5,28%
1995	67,44%	11,41%	11,27%	2,39%	2,64%	4,85%
2004	61,59%	9,52%	10,88%	2,85%	2,29%	12,87%
2011 a 2021	48,34%	13,69%	11,97%	3,86%	3,00%	19,08%

Devido ao avanço tecnológico que ocorreu no mundo após a metade do século XX, materiais como plástico, isopores, pilhas, baterias e lâmpadas tornaram-se mais comuns nas coletas. O aumento no uso desses materiais teve como consequência a diminuição da quantidade de matéria orgânica presente nos resíduos coletados, conforme observado na tabela apresentada (VELOSO *et al.*, 2019). Essa mudança considerável nos resíduos do aterro é perceptível na tabela acima, a qual mostra a diminuição da matéria orgânica ao decorrer dos anos, enquanto a quantidade dos outros resíduos aumenta.

Além disso, a partir da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte, somada às informações obtidas por meio da caracterização gravimétrica realizada em outras capitais do Brasil que apresentam os maiores PIB per capita por Região, foi criada a Tabela 6, a qual tem como objetivo comparar a composição dos resíduos sólidos urbanos em diferentes cidades do país e identificar possíveis padrões ou tendências em relação aos diferentes tipos de resíduos gerados.

Tabela 6. Comparação da gravimetria dos RSU por capital

Fonte: IBGE (2022); Reichert (2016); Governo de Brasília (2018); PSP (2014); Guedes (2021); PBH (2022).

Capital	PIB per capita	Matéria orgânica	Recicláveis
São Paulo/SP	R\$ 60.750,09	51,23%	35,83%
Manaus/AM	R\$ 41.345,11	45,20%	43,00%
Brasília/DF	R\$ 87.016,16	48,34%	22,99%
Porto Alegre/RS	R\$ 51.116,72	61,39%	21,38%
Recife/PE	R\$ 33.826,84	35,83%	37,11%

A partir da Tabela 6, fica perceptível que os valores apresentados pela caracterização gravimétrica por Região do Brasil variam consideravelmente, sugerindo que a gravimetria pode ser influenciada por diversos fatores, tais como o perfil socioeconômico da cidade, os hábitos de consumo, infraestrutura urbana, renda da população, entre outros.

CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise do cenário dos resíduos sólidos urbanos em Belo Horizonte, a partir dos dados fornecidos pela PBH, os quais foram utilizados para a realização da caracterização gravimétrica e, conseqüentemente, da análise dos dados, buscando compreender e explicar a mudança de suas frações ao longo do tempo.

Entre 1972 e 2011, ocorreu uma mudança significativa no cenário dos resíduos sólidos urbanos. Nesse período, houve uma redução percentual na quantidade de matéria orgânica. Esse espaço foi ocupado pelos materiais recicláveis e outros resíduos, que aumentaram consideravelmente durante o mesmo período. Essa mudança pode ser atribuída ao avanço tecnológico que vem acontecendo e ao aumento do consumo de materiais, tais como plástico, isopor, pilhas, baterias, lâmpadas, entre outros.

Considerando que apenas 53 dos 487 bairros de Belo Horizonte são atendidos por caminhões destinados à coleta seletiva e que, apenas 1% de todo material reciclável é reaproveitado na cidade, a maioria dos resíduos recicláveis é encaminhada para o aterro sanitário (PBH, 2019). Nesse sentido, fica evidente a importância da ampliação desse atendimento, visto que, além de reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado e pela degradação das áreas utilizadas para aterragem, gera valor econômico e diminui os gastos dessa atividade. Além disso, uma alternativa para ampliação da coleta seletiva é o apoio e incentivo às associações de catadores, uma vez que as pessoas podem se beneficiar da comercialização desses materiais, a partir da geração de novos empregos e rendas para a população (PAULO *et al.*, 2013).

Levando em conta que em Belo Horizonte, a matéria orgânica é a maior fração dos resíduos sólidos urbanos gerados, correspondendo a quase metade do resíduo destinado ao aterro sanitário, é importante ressaltar que essa forma de destinação não é a mais eficaz. Isso se deve ao fato de que o processo de degradação da matéria orgânica no aterro

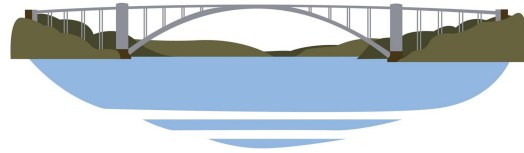


sanitário gera lixo e biogás, perdendo grande parte de seu valor energético, comercial e nutricional, e impactando diretamente o meio ambiente, podendo contaminar o solo, os corpos hídricos e o ar. Nesse sentido, o cenário ideal seria que parte dessa matéria orgânica fosse encaminhada para biodigestores, os quais são capazes de aproveitar praticamente todo esse material a partir da biodigestão, a qual, além de gerar energia elétrica, diminuindo a poluição atmosférica, gera um material rico em nutrientes que, por sua vez, pode ser utilizado em plantações (ARAÚJO, 2012)

Para estudos futuros, sugere-se uma análise mais detalhada dos bairros amostrados, levando em consideração fatores socioeconômicos específicos de cada localidade. Isso permitiria uma compreensão mais completa da situação em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e orientaria a implementação de políticas públicas e estratégias mais eficazes para lidar com a questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alencar, M. do C. B. de., Cardoso, C. C. O., Antunes, M. C. **Condições de trabalho e sintomas relacionados à saúde de catadores de materiais recicláveis em Curitiba.** Rev. Ter. Ocup. Univ. São Paulo, v. 20, n. 1, p. 36-42, 2009.
2. Apollo. **Administração Regionais de Belo Horizonte (2010).svg.** 2020. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Administra%C3%A7%C3%A3o_Regionais_de_Belo_Horizonte_\(2010\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Administra%C3%A7%C3%A3o_Regionais_de_Belo_Horizonte_(2010).svg). Acesso em: 05 de maio de 2023.
3. Asja. **Projetos Brasileiros.** 2021. Disponível em: https://www.asja.energy/wp-content/uploads/2021/04/Asja_Brazilian-Projects.pdf. Acesso em: 05 de maio de 2023.
4. Araújo, L. C. A. **Co-digestão anaeróbia dos dejetos de ovinos e glicerina bruta.** 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/728/1/LauraCostaAlvesdeAraujo.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
5. Araujo, Y. R. V., Gois, M. L., Coelho Júnior, L. M., Carvalho, M. **Pegada de carbono para quatro cenários dos resíduos da arborização urbana de João Pessoa.** In: Santos, J. P. O., Silva, R. C. P., Mello, D. P., El-deir, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: Impactos Socioeconômicos e Ambientais.** 1. ed. Recife: Gampe/UFRPE, v. 1, p. 224-233, 2018.
6. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 10.007: Amostragem de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro, p. 21. 2004.
7. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021.** 2021.
8. Catapreta, C. A. A. et al. **Comportamento de um aterro sanitário experimental: Avaliação da influência do projeto, construção e operação.** Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/236D.PDF>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
9. Governo de Brasília. **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** 2018. Disponível em: <https://www.so.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/PDGIRS.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
10. Governo do Estado do Amazonas. **Plano de Resíduos Sólidos e de Coleta Seletiva da Região Metropolitana de Manaus.** 2017. Disponível em: <https://www.meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Revista-Residuos-Solidos-Completa.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
11. Guedes, F. L. **Resíduos sólidos e covid-19: Potencial contágio da covid-19 e outras doenças pelos catadores em Recife-Pe.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350241137_RESIDUOS_SOLIDOS_E_C. Acesso em: 05 de maio de 2023.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e Estados: Belo Horizonte.** 2012.
13. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produto interno bruto dos municípios.** 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=pib-por-municipio>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
14. NossaBH. **Mapa das desigualdades 2021.** 2021. Disponível em: <https://nossabh.org.br/uploads/2021/06/Mapas-das-desigualdades-da-RMBH-2021.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
15. Monteiro, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
16. Paulo, F. L. L. D., Santos, C. F. D., Silva, M. N. D. **A importância das cooperativas de materiais recicláveis: um breve relato da experiência do município de serra.** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, Serra Talhada, v. 01, n. 5, p. 1-6, 2013. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/508. Acesso em: 05 de maio de 2023.



17. Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). **Coleta seletiva porta a porta.** 2019 Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/servicos/porta-a-porta>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
18. Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). **Prodabel detalha tamanho e número de bairros das regionais.** 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prodabel-detalha-tamanho-e-numero-de-bairros-das-regionais>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
19. Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). **Superintendência de Limpeza Urbana.** Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
20. Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). **Estatísticas e Indicadores.** 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/estatisticas-e-indicadores>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
21. Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte,** 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/slu/2018/documentos/Diagn%C3%B3stico%20Consolidado.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
22. Prefeitura de São Paulo. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo.** 2014. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
23. Reichert, G. A. **Apoio à tomada de decisão por meio da avaliação do ciclo de vida em sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos:** O caso de porto alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/87557>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
24. SECRETARIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA (SMLU). **Caracterização dos resíduos sólidos de Belo Horizonte.** Belo Horizonte: SMLU, 52 p, 2004.
25. Veloso, P. P., Pereira, D. O., Pedrosa, J. P. D. C. **Educação ambiental no espaço acadêmico:** Percepção dos alunos da UFPA quanto a temática dos resíduos sólidos. Revista Educação Ambiental em Ação, Belém, Volume, n. 1, p. 01, mar./2019. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3576>. Acesso em: 05 de maio de 2023.
26. Vieira, T. C. M. **Efeitos dos extremos pluviométricos na cidade de Belo Horizonte no período de 2006 a 2016.** PUC-MG, Belo Horizonte, v. 1, n.1, 2018. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_VieiraTC_1.pdf. Acesso em: 05 de maio de 2023.