

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA COMO ETAPA DE DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: Estudo em município de pequeno porte

GRAVIMETRIC CHARACTERIZATION AS A STAGE OF SOLID WASTE DIAGNOSIS: Case study in a small municipality

Gabriela Cruz Rodrigues^a, Isabela Salgado Vargas^a, Samuel Rodrigues Castro^a

^aUniversidade Federal de Juiz de Fora

gabrielacruzrodrigues23@gmail.com, isabela.vargas@engenharia.ufjf.br, samuel.castro@engenharia.ufjf.br

Submissão: 19 de setembro de 2022 Aceitação: 05 de abril de 2023

Resumo

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) aumentou com o crescimento das cidades ao longo dos anos, sendo necessária uma destinação final ambientalmente adequada. O presente trabalho tem por objetivo analisar os RSU gerados em municípios de pequeno porte, tendo como estudo de caso uma cidade com aproximadamente 15.000 habitantes no Sul de Minas Gerais. Para tanto, foram levantadas as características qualitativas e quantitativas dos resíduos sólidos domiciliares com base em três campanhas de caracterizações gravimétricas, com dados submetidos a testes estatísticos não-paramétricos de U-Mann Whitney e de Kruskal-Wallis em análises comparativas entre dados das campanhas. Os resultados obtidos não evidenciaram diferenças significativas entre as frações avaliadas das campanhas, com 95% de confiança, o que possibilitou reportar um resultado gravimétrico único para os resíduos sólidos domiciliares do município. Obteve-se 50,1% compondo a fração de orgânicos, 19,5% a fração de recicláveis e 30,4% de rejeitos. Os resultados demonstram que 69,6% das 2.567 t de resíduos que estão sendo depositados no aterro controlado do município anualmente possuem potencial de recuperação, o que representaria mensalmente cerca de 106,3 t de orgânicos e 41,5 t de recicláveis. Diante da representatividade majoritária de municípios classificados como de pequeno porte, observa-se que o cenário evidenciado e as discussões apresentadas no presente estudo sejam comuns a outros cenários do país, servindo de base para a gestão, tomada de decisão e melhoria do gerenciamento de resíduos.

Palavras-chave: Gestão; Gerenciamento de resíduos; Planejamento Urbano; Gravimetria.

Abstract

The generation of urban solid waste (MSW) has increased with the growth of cities over the years, requiring an environmentally appropriate final destination. The present work aims to analyze the MSW generated in small municipalities, having as a case study a city with approximately 15,000 inhabitants in the South of Minas Gerais. Therefore, the qualitative and quantitative characteristics of the municipal solid waste were surveyed based on three gravimetric characterization campaigns, with data submitted to non-parametric statistical tests by U-Mann Whitney and Kruskal-Wallis in comparative analyzes between data from the campaigns. The results obtained did not show significant differences between the evaluated fractions of the campaigns at 95% confidence, which made it possible to report a single gravimetric result for the municipal solid waste in the municipality. It was obtained 50.1% comprising the organic fraction, 19.5% the fraction of recyclables and 30.4% of tailings. The results show that 69.6% of the 2.567 t annual waste that is being deposited in the municipal landfill has the potential for recovery, which would represent about 106.3 t of organic and 41.5 t of recyclables per month. Given the majority representation of municipalities classified as small, it is observed that the scenario evidenced and the discussions presented in this study are common to other scenarios in the country, serving as a basis for management, decision-making and improvement of waste management.

Keywords: Management; Waste Management; Urban Planning; Gravimetry.

1 INTRODUÇÃO

Muito se discute sobre o futuro da civilização e como iremos lidar com todas as mudanças que vem ocorrendo no planeta. Diversos desafios, dentre eles o crescimento populacional desenfreado e concomitantemente o aumento da geração de resíduos, surgem para definir se estaremos ou não preparados para encontrar soluções viáveis. Assim, com o crescimento das cidades, a necessidade de equilibrar o desenvolvimento urbano com aspectos sociais, ambientais e econômicos é cada vez maior. Portanto, o ideal é alcançar modelos de cidades que respeitem os recursos naturais e humanos, de maneira inclusiva e proporcionando uma melhor qualidade de vida para a população (ODS, 2022).

No Brasil, foram coletadas cerca de 76,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 2020, dentre os quais 39,8% tiveram disposição final inadequada (ABRELPE, 2021). A disposição final indevida em locais inadequados compromete o uso futuro dessas áreas, pois causa degradação ambiental, poluição do ar, das águas e do solo, e também ajuda na proliferação de vetores biológicos (HELRIGLE *et al.*, 2019; EOS, 2020; ABRELPE, 2021).

Visando solucionar essa problemática, a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos evita esses prejuízos ao meio ambiente e a gestão integrada de resíduos sólidos surge como uma aliada a tais exigências e define, em conjunto, quais estratégias devem ser adotadas (VIEIRA *et al.*, 2019). Além disso, surge como parte de um sistema eficaz que está além das soluções tecnológicas, mas também socioculturais, ambientais, institucionais e econômicas (GUERRERO *et al.*, 2013).

Outro ponto a ser levantado é a dificuldade de planejamento urbano estratégico e assertivo em pequenas cidades, já que elas, em sua maioria, apresentam uma gestão pública frágil pouco estruturada (TEODÓSIO, 2010; IBGE, 2018). O Brasil é constituído, em sua maioria, por municípios de pequeno porte: são mais de 3.780 municípios com populações entre 5 mil e 20 mil habitantes, representando mais de 70% das municipalidades (IBGE, 2020). Neles, além da falta de recursos e instrumentos de gestão, a gestão pública não trabalha de maneira transparente e não tem um corpo técnico especializado para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos (TEODÓSIO, 2010).

Assim, vê-se a necessidade em se discutir e

ampliar a regulação urbana nesses municípios, sendo que o desenvolvimento e o aperfeiçoamento da gestão dos RSU em municípios de pequeno porte são de suma importância para o desenvolvimento social e ambiental destas localidades, podendo trazer também benefícios econômicos (IBGE, 2018).

A instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi um importante avanço para o cenário da gestão dos resíduos sólidos no Brasil. Dentre os instrumentos presentes na referida lei, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) aparece como aliado na gestão participativa e no desenvolvimento sustentável dos municípios brasileiros.

A PNRS também deu incentivos aos municípios: aqueles que elaboraram o PMGIRS têm prioridade no acesso aos recursos da União, ou por ela controlados, e podem utilizá-los para o financiamento de ações cujos objetivos visem a melhoria do plano em prol de uma gestão mais eficiente e produtiva (BRASIL, 2010). E, tendo em vista o baixo número de contribuições nessas cidades, os recursos da União são indispensáveis para viabilizar a elaboração do Plano em pequenas cidades (AZEVEDO; AQUINO, 2016).

A elaboração do PMGIRS nos municípios brasileiros é necessária para que os RSU tenham um tratamento adequado. Logo é indispensável entender as etapas do plano e o seu conteúdo para um gerenciamento eficiente (SOLIANI, *et al.* 2019). As etapas são divididas em produtos contendo o levantamento da legislação municipal que regularizam o gerenciamento dos RSU, a caracterização municipal, o diagnóstico participativo e o prognóstico (AGEVAP, 2014).

Durante sua elaboração, deve-se dar a mesma importância entre as etapas, mas ao se tratar do gerenciamento dos resíduos de um município específico, com características únicas, a etapa de diagnóstico e reconhecimento dos resíduos produzidos recebe destaque, já que auxilia na proposição de estratégias de destinação final adequadas (FERNANDO; LIMA, 2012).

Portanto, para avaliar as estratégias de gestão de resíduos e para tomar decisões mais assertivas ao elaborar um PMGIRS de qualidade que atenda as reais necessidades da população, é necessário analisar as características dos RSU, compostos por resíduos sólidos domiciliares e de limpeza urbana (FEITOSA *et al.*, 2018).

Dessa forma, realiza-se o estudo de caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (parte dos resíduos sólidos urbanos)

para mensurar e melhor conhecer as características dos resíduos sólidos, uma vez que esse é capaz de fornecer um diagnóstico quantitativo e qualitativo relacionado às parcelas dos resíduos (FEAM, 2019).

Berticelli e Korf (2016) afirmam que é possível estabelecer um diagnóstico da gestão atual dos resíduos em um determinado município a partir de suas condições físicas e operacionais dos serviços de gestão dos RSU existentes. Os autores também destacam a possibilidade de elaborar cenários futuros, definições de objetivos e metas a partir do diagnóstico, correlacionando demandas futuras com ofertas do atual sistema.

Isto posto, este estudo pretende ampliar as discussões acerca da gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios de pequeno porte, tendo como objetivo analisar os resíduos sólidos domiciliares gerados em um município de pequeno porte, com menos de 20.000 habitantes. Busca-se ainda, apresentar e analisar estatisticamente os dados das caracterizações gravimétricas dos RSU do estudo de caso.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do Município

O município objeto do estudo, Carmo de Minas, localiza-se ao sul do estado de Minas Gerais e pertence à região da Serra da Mantiqueira. Possui, devido a sua localização privilegiada, condições topográficas e

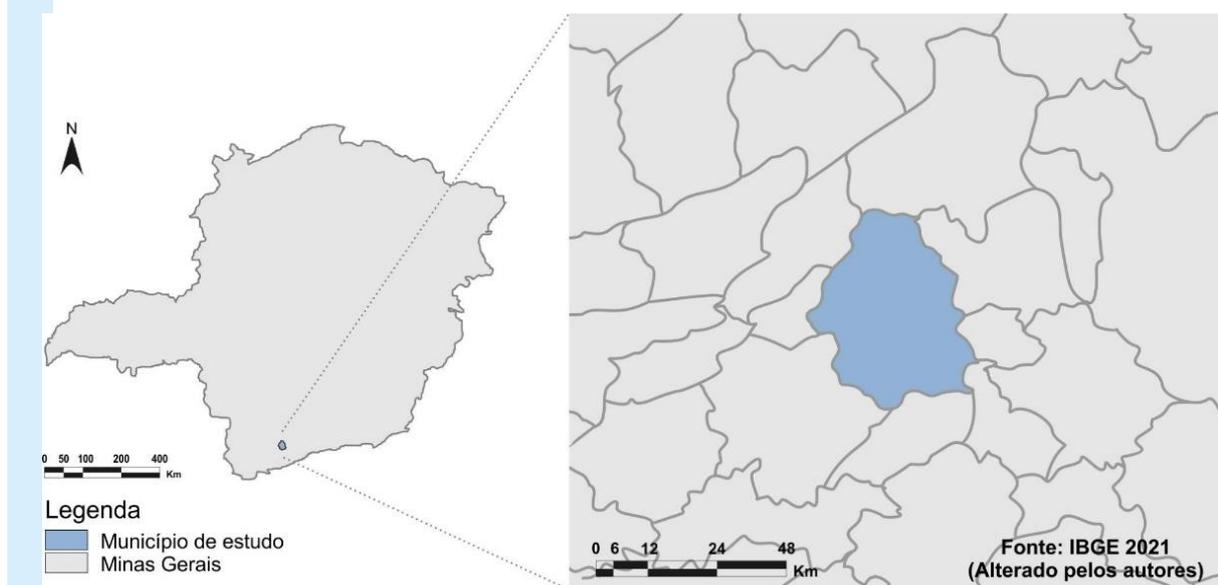
climatológicas que garantem uma produção de café de altíssima qualidade, fazendo parte da Rota do Café Especial (SOBRINHO; GUEDES, 2020).

Possui área territorial de 322,285 km² e população de 14.859 habitantes, segundo estimativas do IBGE (2020). Destes, 3.848 habitantes pertencem à zona rural, representando 25,9% da população e 11.011 habitantes pertencem à zona urbana, referente a 74,1% da população. Na Figura 1, encontra-se indicada a localização do município no estado de MG.

Conforme o Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) era de 0,682 (médio) para a cidade em estudo, valor superior aos de municípios de pequeno porte em Minas Gerais, cujos 60% possuíam um IDHM menor que 0,599 (baixo) (IBGE, 2010). A dimensão que mais contribui para esse índice, no município é a longevidade, seguida de renda e educação (IDH, 2010).

Em Carmo de Minas, dentre as atividades econômicas, a agropecuária se destaca, reforçando o peso das atividades rurais para a economia local (IBGE, 2020). Segundo dados do IBGE (2020), em 2018, o município produziu cerca de 5.400 t de grãos de café do tipo Arábica, mantendo uma constância semelhante à estadual, desde 2015, e se igualando em 2019. Sendo que, no ano de 2018, segundo dados do IBGE (2020), o setor representou 22,25% do Produto Interno Bruto Municipal, contribuindo para um valor elevado do PIB *per capita*.

Figura 1: Localização do município de estudo em MG.



Fonte: Fonte: Elaboração própria (2021), adaptado de IBGE (2021).

Dados apresentados pelo IBGE (2019) mostram que, de um total de 3.848 habitantes, 25,9% da população não possui acesso à rede de água, esgoto e coleta de lixo, porcentagem exata dos residentes da zona rural. Segundo dados do IBGE de 2010, a maioria dos resíduos produzidos pelos moradores da zona rural recebiam destinação alternativa à coleta oferecida pelos serviços de limpeza municipal, isto é, esses resíduos eram queimados na propriedade ou enterrados ou coletados por serviço independente. Ainda, segundo dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) de 2017, o município não dispõe de um Plano Municipal de Saneamento, mas possui a Política Municipal de Saneamento instituída em decreto, no ano de 2009, cujo conteúdo não aborda aspectos relacionados aos RSU.

3.2 Caracterizações Gravimétricas

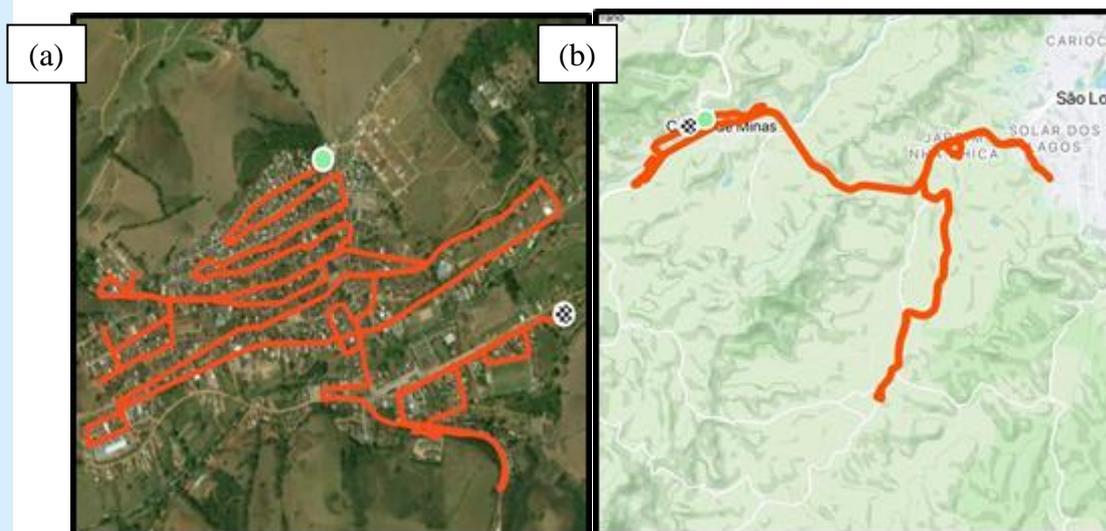
Considerando que o conhecimento das características físicas dos resíduos, em termos de massa específica aparente e composição gravimétrica, é importante para a construção de um planejamento aplicável, foram realizadas três campanhas dos estudos de caracterização: (i) no dia 29 de outubro de 2020; (ii) no dia 4 de fevereiro de 2021; (iii) e no dia 27 de maio de 2021 em

Carmo de Minas - MG. Optou-se por fazer todas as campanhas em uma quinta-feira e em datas bem distribuídas ao longo do ano para a obtenção de dados representativos que viabilizassem uma análise sazonal da geração de resíduos. Tiveram como base a metodologia adaptada da cartilha “Estudo Gravimétrico de Resíduos Sólidos Urbanos”, elaborada pela Feam (2019).

3.2.1 Amostragem

Para a amostragem dos resíduos nas três campanhas, a coleta foi realizada diretamente nos domicílios e estabelecimentos, antes da coleta convencional pelo veículo coletor, a fim de evitar a compactação pelo caminhão, o que culminaria na descaracterização dos resíduos. A coleta foi feita em dois turnos, manhã e tarde, com auxílio de uma caminhonete disponibilizada pela prefeitura. No turno da manhã, a coleta foi realizada na Zona 1, destinada à área central e aos bairros residenciais. No período da tarde, foi na Zona 2 do município, nos bairros periféricos e na área rural. No turno da manhã, a coleta teve seu trajeto em 5 bairros (Zona 1), já no turno da tarde, a coleta passou por 6 bairros (Zona 2). O itinerário realizado para coleta das amostras de gravimetria está representado na Figura 2.

Figura 2: Itinerário realizado para amostragem da (a) Zona 1; (b) Zona 2.



Fonte: Elaboração própria (2021), através de aplicativo de rastreamento Strava (2021).

Com o itinerário previamente estabelecido, considerando a rota convencional, foram coletadas amostras aleatórias, levando em conta uma média de três coletas por quarteirão para que a amostragem contemplasse todo itinerário

e área do município.

A massa média e o desvio padrão das amostras coletadas foram de 924,9 kg \pm 209,02. A massa média corresponde à 13,06% da fração coletada diariamente para o município,

estimativa feita com os dados apresentados pelo SNIS (2019). As amostras coletadas foram destinadas ao quarteamento, realizado segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004), sendo uma etapa amplamente recomendada para a obtenção de uma amostra representativa que, quando analisada, apresente as mesmas características e propriedades do todo.

3.2.2 Classificação e Pesagem

Concluída a etapa de quarteamento e tendo uma amostra homogênea e representativa, determinou-se a massa específica aparente dos resíduos domiciliares como etapa prévia à

classificação e pesagem dos resíduos expressa em quilogramas por metro cúbico (kg/m³). Para o processo de classificação e pesagem, foram utilizados contenedores de 200L e uma balança, previamente calibrada, com capacidade de 500 kg. A Figura 2 evidencia o processo de pesagem dos resíduos.

Os resíduos domiciliares foram classificados segundo as categorias: papel/papelão, plástico, vidro, metal, orgânicos, rejeitos e perigosos; considerou-se ainda as subcategorias apresentadas na Figura 3. Em seguida, os resíduos foram pesados, sendo obtido o percentual de cada categoria em relação a massa total dos resíduos analisados.

Figura 3: Categorias dos resíduos sólidos domiciliares presentes no ensaio.



Fonte: Adaptado de FEAM (2019).

3.6 Análise e Tratamento Estatístico de Dados

O tratamento estatístico foi realizado por meio do software STATISTICA 10.0 (StatSoft, 2010), sendo utilizados os dados das caracterizações gravimétricas realizadas no município do estudo de caso. Primeiramente, os dados foram submetidos ao teste de aderência *Shapiro-Wilk* (SW) para a definição dos testes de hipóteses (TORMAN *et al.*, 2012). Observou-se que alguns dados não seguiram uma distribuição normal (p -valor < 0,05), indicando a adoção de testes não paramétricos nas análises estatísticas. Além disso,

o baixo quantitativo de dados observados, principalmente para a fração de orgânicos, compromete a avaliação da distribuição dos dados e corrobora a adoção de testes não-paramétricos (GUO *et al.*, 2013).

Tendo isso em vista, para analisar comparativamente os dados reportados para as Zonas 1 e 2 dentro de cada campanha, foi aplicado o teste Mann-Whitney U *test* e, para os testes entre as campanhas, foi utilizado o teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com detalhamento dos comparativos apresentados na Figura 4.

Figura 4: Testes de comparação para os dados das caracterizações gravimétricas do estudo de caso.

Comparações simples --> por campanha --> orgânicos e recicláveis (Zona1) vs Org. e recicláveis (Zona 2)
 Comparações múltiplas --> Campanha 1 vs. Campanha 2 vs. Campanha 3.. com as datads

Fonte: Elaboração própria (2021).

Foram aplicados testes estatísticos com os dados do estudo de caso, em comparações simples e múltiplas, sendo considerado 95% de confiança.

Além disso, visando uma comparação do município em estudo com demais localidades, dados de caracterizações gravimétricas de outros municípios de pequeno porte brasileiros foram levantados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Gravimétrica

Para as análises estatísticas das caracterizações gravimétricas foi determinada nas três campanhas uma massa média de 924,9 kg de resíduos sólidos domiciliares. Para garantir a

eficácia do processamento de dados, realizou-se a separação manual e a pesagem dos resíduos em suas categorias previamente definidas.

Em uma análise preliminar, os dados em porcentagens, coletados nas campanhas, foram dispostos em suas respectivas categorias, com destaque na Tabela 1 para a fração de orgânicos e recicláveis e submetidos a uma análise estatística de caráter descritiva.

Para maior precisão, os resultados reportados foram submetidos ao teste de aderência *Shapiro-Wilk (SW)* a 95% de confiança, não sendo verificada a aderência dos dados a uma distribuição normal (p -valor $< 0,05$), fato corroborado pelos consideráveis valores de desvio-padrão, assimetria e curtose, apresentados na Tabela 1 para as frações em destaque.

Tabela 1: Frações de materiais orgânicos e recicláveis presentes nos resíduos sólidos domiciliares e análise estatística descritiva.

Estatística Descritiva	Orgânicos (%)	Recicláveis (%)
Média	49,87	19,6
Erro padrão	4,52	3,32
Mediana	53,7	18,0
Desvio padrão	11,08	8,16
Curtose	-0,36	-2,00
Assimetria	-0,97	0,37
Mínimo	32,0	10,7
Máximo	60,3	29,4
N	6	6

Fonte: Elaboração própria (2020).

4.1.1 Primeira Campanha – Outubro de 2020

Para a primeira campanha, foram amostrados, dentro de uma estimativa mínima e conservadora, 9,9% do total de resíduos sólidos domiciliares coletados diariamente no município. A fração é estimada a partir de dados reportados pelo SNIS (2019).

Os resultados, em quilograma, obtidos nesta etapa, encontram-se na Tabela 2, que evidencia análises específicas para a Zona 1, Zona 2 e para o município como um todo, com a representação percentual das frações; neste último, considera-se um compilado com o total de resíduos amostrados na campanha.

Para a Zona 1, verificou-se um quantitativo de 31,9% de fração orgânica, um valor cerca de

13,4% inferior ao reportado para a média nacional, que é de 45,3% segundo ABRELPE (2020), no ano base 2018-2019. A fração de recicláveis, de 26,7%, está próximo ao observado para a média nacional, de 33,6%, segundo a mesma fonte apresentada anteriormente. A baixa massa específica aparente para a Zona 1, de valor igual a $99,1 \pm 36,1 \text{ kg/m}^3$, evidencia considerável representatividade da fração seca. Essa característica pode estar relacionada ao fato de a coleta convencional contemplar apenas a região comercial e central do município (Zona 1), e ser composta por uma fração considerável de papel e plástico, que equivale a 26,7% do total amostrado. De maneira semelhante, Almeida (2012), ao fazer uma análise setorizada dos RSU do município de Caçador (SC), observou que na região central,

onde há residências valorizadas, centros comerciais, restaurantes, lanchonetes e bares, obteve-se a maior fração percentual de materiais

recicláveis, totalizando 31,9%, dos quais, 23,9% é de papel e plástico.

Tabela 2: Primeira Campanha: Caracterização gravimétrica dos RSD, em valores absolutos.

Categoria	Subcategoria	Zona 1 (kg)	Zona 2 (kg)	Mediana do município (kg)
Massa específica (kg/m³)		99,1 ± 36,1	97,4 ± 26,0	98,3 ± 31,1
Orgânicos (33,9%)	Orgânicos	107,6 (32,0%)	36,4 (41,2%)	144 (33,9%)
Papel (14,1%)	Papel Branco	3,2 (1,0%)	--	3,2 (0,8%)
	Papel Colorido	14,4 (4,3%)	1,5 (1,7%)	15,9 (3,7%)
	Papel Multicamada	2,2 (0,7%)	0,7 (0,8%)	2,9 (0,7%)
	Papelão	29,1 (8,6%)	8,6 (9,7%)	37,7 (8,9%)
Plástico (12,5%)	PET	13,4 (4,0%)	3,5 (4,0%)	16,9 (4,0%)
	Plástico Rígido	9,4 (2,8%)	4,5 (5,1%)	13,9 (3,3%)
	Plástico Variado	18,5 (5,5%)	3,8 (4,3%)	22,3 (5,2%)
Metal (1,1%)	Alumínio	0,7 (0,2%)	0,6 (0,7%)	1,3 (0,3%)
	Ferro	3,0 (0,9%)	0,3 (0,3%)	3,3 (0,8%)
Vidro (1,6%)	Vidro	4,5 (1,3%)	2,5 (2,8%)	7 (1,6%)
Rejeitos (36,8%)	Tecido, Borracha, Couro, Madeira	33,9 (10,1%)	6,7 (7,6%)	40,6 (9,6%)
	Isopor	0,4 (0,1%)	1,1 (1,2%)	1,5 (0,4%)
	Perigosos	5,2 (1,5%)	2 (2,3%)	7,2 (1,7%)
	Lixo de Banheiro	52,3 (15,5%)	16,1 (18,2%)	68,4 (16,0%)
	Finos	30,8 (9,2%)	--	30,8 (7,2%)
	Outros	8,1 (2,4%)	--	8,1 (1,9%)
TOTAL		336,7	88,3	425,0

Fonte: Elaboração própria (2020).

A Figura 5 apresenta as análises comparativas entre as frações de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras. Os valores máximos, representados graficamente, são atribuídos às frações de orgânicos coletadas nas Zona 1 e 2, equivalentes a 32,0% e 41,2%, respectivamente.

Destaca-se um incremento de cerca de 9,2% da fração orgânica da Zona 1 para a Zona 2, o que pode estar diretamente relacionado com as atividades rurais desenvolvidas na Zona 2, já que essa se refere a bairros periféricos e áreas rurais, onde há uma grande quantidade de resíduos orgânicos, como relata Freitas *et al.*, (2019), ao analisar os resíduos produzidos na comunidade rural Antônio Olinto, localizada no norte de Minas Gerais.

Esse aumento vem acompanhado por um decréscimo da representatividade da fração de recicláveis, não necessariamente na mesma proporção. Ainda assim, pode-se observar uma

considerável representatividade da fração de rejeitos, que representam cerca de 29,3%, sendo a subcategoria majoritária a de lixo de banheiro (18,2%). Tal fato também foi constatado na amostra coletada para a Zona 1.

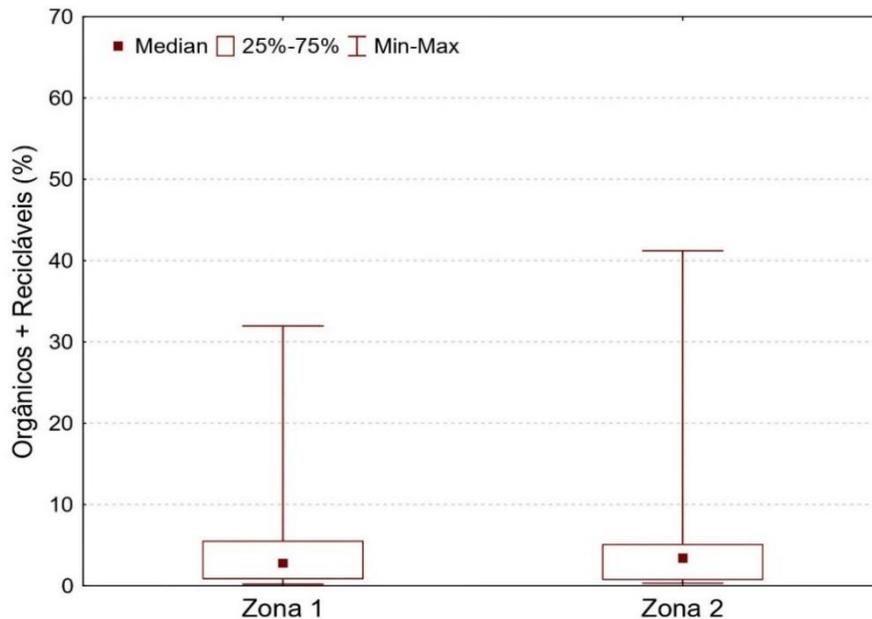
Em uma análise geral, que considera todas as frações, não foram evidenciadas diferenças significativas entre as amostras coletadas nas Zonas 1 e 2 com 95% de confiança pelo teste não-paramétrico, Mann-Whitney U test. Da mesma forma, não houve elementos que evidenciassem diferenças significativas entre os resultados reportados para as amostras da Zona 1 e Zona 2 (p -valor = 0,8053).

Em um cenário nacional e estadual, os rejeitos possuem uma menor representação entre as demais categorias (ABRELPE, 2020) e, comparado a isso, o município apresenta uma condição atípica, como mostra a Tabela 2, com 36,8% de rejeitos. Além disso percebeu-se que esses rejeitos são, em sua maioria, lixo de

banheiro, que corresponde a 16% do total amostrado. Assim, acredita-se que essa porcentagem alta possa estar relacionada à uma

contaminação de resíduos recicláveis que acabam sendo classificados como rejeitos.

Figura 5: Primeira Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Verifica-se que a fração de orgânicos se destaca como fração de representatividade considerável dentro dos RSU, com 33,9%, mesmo que aquém do valor médio reportado para o país, de 45,3% (ABRELPE, 2020). Este fato está de acordo com o reportado por Alcantara (2010), que ratifica que a composição média dos resíduos sólidos do país apresenta uma maior parcela de orgânicos do que de recicláveis, o que é comum em países em desenvolvimento.

Segundo dados da FEAM (2017) para Minas Gerais, os municípios com população entre 10.000 e 20.000 habitantes possuem uma fração média de 31,2% de recicláveis, ou seja, é um valor próximo ao reportado para o estudo de caso, que é de 29,2%. Tal percentual de resíduos recicláveis, combinado ao resultado obtido para a fração de orgânicos, corroboram o valor médio de massa específica aparente reportado, igual a $99,1 \pm 36,1 \text{ kg/m}^3$.

4.1.2 Segunda Campanha – Fevereiro de 2021

Para a segunda campanha, foram amostrados cerca de 15,8% do total de resíduos sólidos domiciliares recolhidos diariamente pelo município, como estima o SNIS (2019). Nesse caso, também foi considerada a setorização

proposta na campanha 1, sendo os RSD coletados na Zona 1 e Zona 2. Os dados reportados a partir das caracterizações gravimétricas foram analisados e apresentados na Tabela 3, em quilogramas, para as Zonas 1 e 2 e, na última coluna, há um quantitativo total para o município, com representação percentual das frações.

Para a Zona 1, identificou-se um valor majoritário de resíduos orgânicos, de 60,3%, que se caracterizou como principal componente. Esse resultado apresenta-se de acordo com o cenário brasileiro, em que a fração de resíduos orgânicos também é majoritária (ABRELPE, 2020). Já os resíduos recicláveis totalizaram um percentual de 20,0%, compostos principalmente por papel (12,6%), plástico (4,8%) e vidro (2,2%). Neste caso, para o cenário nacional, tem-se que a fração de recicláveis representa cerca de 33,6% dos RSU, com composição majoritária de plásticos (ABRELPE, 2020). Os rejeitos também representam uma fração considerável, 19% do total. Em tal campanha, também se evidenciou a representatividade da fração de lixo de banheiro, 7,3%, que contempla principalmente os materiais sanitários. Além disso, a massa específica para a Zona 1 possui o valor de $109,3 \pm 37,9 \text{ kg/m}^3$.

Na Zona 2, a fração majoritária permaneceu sendo a de resíduos orgânicos, com 58,3%

seguida da fração de rejeitos com 25,7%. A fração dos rejeitos na Zona 2 foi de 6,1% a mais do que na Zona 1. Com 15,9% na Zona 2, os materiais recicláveis apresentaram uma diminuição de 4,1% em relação ao reportado para a Zona 1 (20,0%), o

que pode ter relação com o caráter rural de algumas de suas regiões (FREITAS *et al.*, 2019). Para a Zona 2, a massa específica apresentou um valor de $95,2 \pm 33,2 \text{ kg/m}^3$.

Tabela 3: Segunda Campanha: Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares, valores absolutos.

Categoria	Subcategoria	Zona 1 (kg)	Zona 2 (kg)	Município (kg)
Massa específica (kg/m³)		109,3 ± 37,9	95,2 ± 33,2	102,3 ± 35,5
Orgânicos (59,6%)	Orgânicos	216,2 (60,3%)	104,2 (58,3%)	320,4 (59,6%)
Papel (9,9%)	Papel Branco	1,0 (0,3%)	--	1,0 (0,2%)
	Papel Colorido	15 (4,2%)	2,1 (1,2%)	17,1 (3,2%)
	Papel Multicamada	9,7 (2,7%)	1,6 (0,9%)	11,3 (2,1%)
	Papelão	20,8 (5,8%)	2,6 (1,5%)	23,4 (4,4%)
Plástico (6,0%)	PET	4,7 (1,3%)	3,9 (2,2%)	8,6 (1,6%)
	Plástico Rígido	2,3 (0,6%)	4,6 (2,6%)	6,9 (1,3%)
	Plástico Variado	10,3 (2,9%)	6,6 (3,7%)	16,9 (3,1%)
Metal (0,3%)	Alumínio	0,3 (0,1%)	0,6 (0,3%)	0,9 (0,2%)
	Ferro	0,1 (0,0%)	0,5 (0,3%)	0,6 (0,1%)
Vidro (2,6%)	Vidro	7,7 (2,1%)	6,1 (3,4%)	13,8 (2,6%)
Rejeitos (21,6%)	Tecido, Borracha, Couro, Madeira	22,8 (6,4%)	6,7 (3,7%)	29,5 (5,5%)
	Isopor	2,0 (0,6%)	0,1 (0,1%)	2,1 (0,4%)
	Perigosos	1,2 (0,3%)	0,6 (0,3%)	1,8 (0,3%)
	Lixo de Banheiro	27,4 (7,3%)	32,2 (18,0%)	59,6 (11,1%)
	Finos	0,4 (0,1%)	3,3 (1,8%)	3,7 (0,7%)
	Outros	16,5 (4,6%)	3,1 (1,7%)	19,6 (3,6%)
TOTAL		358,4	178,8	537,2

Fonte: Elaboração própria (2021).

Todas as frações em porcentagens obtidas para a Zona 1 e 2 foram submetidos ao teste não-paramétrico de Mann-Whitney U test, com a intenção de avaliar se o desvio entre valores de tendência central reportados entre as Zonas era significativo. Como resultado, em uma análise geral, constatou-se que não houve evidências de diferenças significativas entre os percentuais das categorias de resíduos reportados para as Zonas 1 e 2 ao nível de confiança avaliado.

Os percentuais de orgânicos e recicláveis, de forma conjunta, foram submetidos ao Mann-Whitney U test a 95% de confiança, assim como representado na Figura 6, em uma comparação simples entre Zona 1 e Zona 2. Não houve evidências de diferenças significativas entre os valores percentuais reportados para as diferentes Zonas p-valor = 0,9158.

4.1.3 Terceira Campanha – Março de 2021

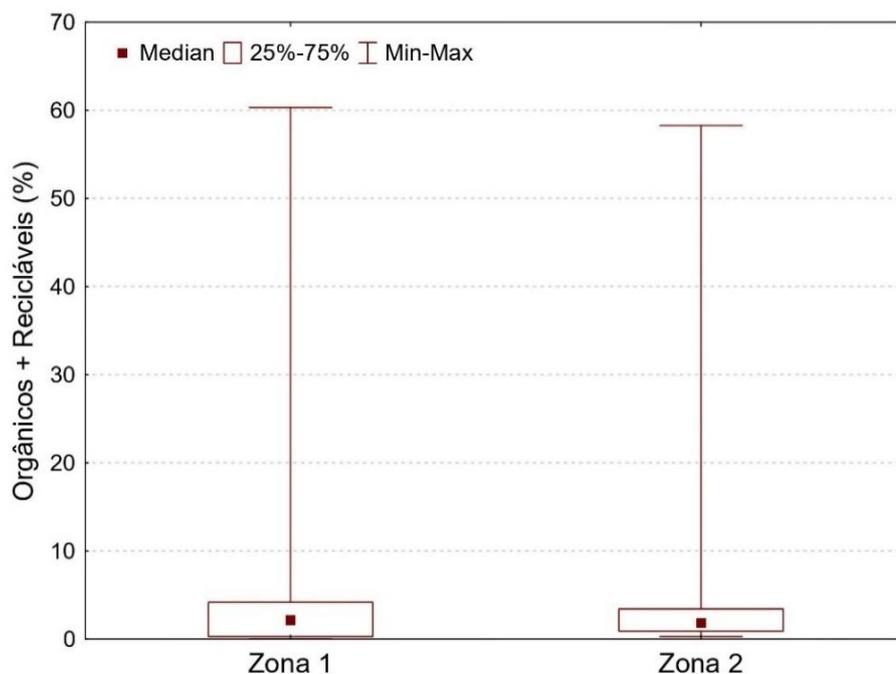
Durante a terceira campanha foram amostrados cerca de 13,3% do total de resíduos sólidos domiciliares recolhido diariamente pelo município, porcentagens estimadas a partir de dados reportados pelo SNIS (2019). Os resultados absolutos, em quilogramas, encontram-se na Tabela 4, com destaque para as análises específicas da Zona 1, Zona 2 e do município como um todo, nesse último caso, com a representatividade relativa das frações em percentual.

Assim como nas demais campanhas, a fração de orgânicos foi majoritária, com uma representação de 55,8% do material classificado, já o estado de Minas Gerais apresentou um valor, de 44,82%, segundo um estudo de caracterização

gravimétrica feita pela FEAM (2015). Nota-se, portanto, elevada composição de orgânicos em comparação às demais classes analisadas, fato que é reportado em estudos de caracterizações gravimétricas em municípios de pequeno porte, como é o caso apresentado por Galdino *et al.* (2015), com 54% de orgânicos. Segundo o autor,

os resíduos gerados no município são predominantemente domiciliares e os gerados nos comércios são em menor fração. O valor reportado para a massa específica da Zona 1, com um valor de $122,1 \pm 32,4 \text{ kg/m}^3$, corrobora a representatividade da fração de orgânicos.

Figura 6: Segunda Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Os rejeitos representam a segunda maior fração, caracterizando 33,4% do total analisado. Esse valor é duas vezes maior do que o encontrado para o estado, 15,1% (FEAM, 2015). Os resíduos passíveis de serem reciclados representam 10,6% do total coletado, onde 5,3% são plásticos, 3,6% papel, 0,4% metal e 1,5% vidro.

Entre os percentuais para a Zona 2, os orgânicos permaneceram como a fração majoritária, com 51,6%. Já os rejeitos, a segunda maior fração, teve um aumento de 2%, agora representando 35,8% do total caracterizado no qual a subcategoria majoritária é a de lixo de banheiros, com 22,9%. Os resíduos recicláveis tiveram uma representação de 12,4%, composto, em sua maioria, por plásticos (7%). O valor da massa específica se apresenta diferente do reportado para a Zona 2, com um valor igual a $137 \pm 36,3 \text{ kg/m}^3$, que é maior do que o reportado na Zona 1.

Os valores em porcentagens encontrados

para a Zona 1 e Zona 2 foram sujeitos ao teste não-paramétrico, Mann-Whitney U *test*, que teve como objetivo avaliar se a diferença entre elas foi significativa. Após uma análise geral a partir dos dados obtidos na classificação gravimétrica dos resíduos amostrados nas Zonas 1 e 2, constatou-se não haver diferenças significativas entre eles (p -valor = 0,5765). Na Figura 7, encontra-se a análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis para as amostras da Zona 1 e 2.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA CONSOLIDADA

Os testes estatísticos corroboraram o estabelecimento de um resultado único por campanha, não sendo evidenciadas diferenças significativas entre os resultados reportados entre os setores avaliados a 95% de confiança. Tendo isto em vista, para os testes estatísticos entre as campanhas, utilizou-se o resultado único proposto por campanha.

Na segunda campanha (18,7%) e na terceira

campanha (10,6%) as frações dos recicláveis apresentaram uma porcentagem menor do que na primeira (29,2%), em que se destacaram os valores do papel (14,1%) e plástico (12,5%). Por outro lado, na segunda campanha foram 9,9% de papel e 6,0% de plástico, e na terceira 4,0% de papel e 6,1% de plástico. Ambas as campanhas apresentam dados inferiores ao reportado para a

média nacional, com plásticos em 10,4% e papel em 16,8% (ABRELPE, 2020). Em uma média das frações de recicláveis gerados pelos municípios com até 20.000 habitantes no estado de Minas Gerais, estudos feitos pela FEAM (2017) apresentaram valor de 31,9% para a fração de resíduos recicláveis, valor próximo apenas ao reportado para a campanha 1 (29,3%).

Tabela 4: Terceira Campanha: Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares, valores absolutos.

Categoria	Subcategoria	Zona 1 (kg)	Zona 2 (kg)	Município (kg)
Massa específica (kg/m³)		122,1 ± 32,4	137 ± 36,3	129,5 ± 36,2
Orgânicos (53,9%)	Orgânicos	137,6 (55,8%)	109,1 (51,6%)	246,7 (53,9%)
Papel (4,0%)	Papel Branco	0,8 (0,3%)	--	0,8 (0,2%)
	Papel Colorido	3,1 (1,3%)	2,7 (1,3%)	5,8 (1,3%)
	Papel Multicamada	2,6 (1,1%)	2,1 (1,0%)	4,7 (1,0%)
	Papelão	2,6 (1,1%)	4,1 (1,9%)	6,7 (1,5%)
Plástico (6,1%)	PET	2,4 (1,0%)	3,8 (1,8%)	6,2 (1,4%)
	Plástico Rígido	5 (2,0%)	3,3 (1,6%)	8,3 (1,9%)
	Plástico Variado	5,7 (2,3%)	6,9 (3,3%)	12,6 (2,8%)
Metal (0,2%)	Alumínio	0,05 (0,0%)	-	0,05 (0,0%)
	Ferro	0,3 (0,1%)	0,7 (0,3%)	1,0 (0,2%)
Vidro (1,4%)	Vidro	3,8 (1,5%)	2,8 (1,3%)	6,6 (1,4%)
Rejeitos (34,4%)	Tecido, Borracha, Couro, Madeira	18,5 (7,5%)	9,4 (4,4%)	27,9 (6,1%)
	Isopor	0,1 (0,0%)	0,05 (0,0%)	0,15 (0,0%)
	Perigosos	0,6 (0,2%)	1,0 (0,5%)	1,6 (0,3%)
	Lixo de Banheiro	57,5 (23,3%)	48,5 (22,9%)	106 (23,1%)
	Finos	0,15 (0,1%)	1,4 (0,7%)	1,5 (0,3%)
	Outros	5,6 (2,3%)	15,5 (7,3%)	21,1 (4,6%)
TOTAL		246,4	211,35	457,95

Fonte: Elaboração própria (2021).

Os percentuais dos quantitativos das três campanhas, independente das categorias de resíduos em uma análise conjunta foram submetidas ao teste *Kruskal-Wallis*, sendo obtido um p-valor igual 0,3606. A Figura 8 evidencia o resultado do referido teste, utilizado na análise comparativa entre as frações de resíduos orgânicos e recicláveis das campanhas, indicando que os percentuais analisados não apresentaram diferenças significativas entre as mesmas.

Apesar da variabilidade reportada entre as campanhas, o que reforça a importância da adoção de estudos de gravimetria, de forma sistematizada, para compreensão quali-quantitativa dos resíduos gerados em um município e gestão,

os testes estatísticos não evidenciaram diferenças significativas entre os percentuais reportados para as frações de resíduos obtidas nas diferentes campanhas. Logo, os resultados reportados para as frações dos RSD produzidos no município seguem apresentados de forma conjunta, sendo feita uma média do quantitativo de cada campanha e apresentada como um percentual único, como demonstrado no Figura 9.

A fração dos orgânicos se consolida como a de maior representatividade (50,1%), seguida pela de rejeitos (30,4%) e depois pelos materiais recicláveis (19,5%).

Segundo Costa *et al.* (2012), uma menor incidência de resíduos orgânicos ocorre em

regiões com maior poder aquisitivo, o que pode ter colaborado para a redução da fração final de orgânicos (50,1%) no cenário analisado, se comparado a outros municípios do mesmo porte. Essa diferença de porcentagem se evidencia nos estudos de Albertin *et al.* (2011), que indica 63,0% de orgânicos em São Jorge do Ivaí (PR); Galdino e Martins (2015), com cerca de 63% de orgânicos em Mamborê (PR); Santos *et al.* (2020), 64,9% em Dois Riachos (AL); e Cartaxo *et al.* (2019), 60,1% em Poço das Trincheiras (AL). Mesmo assim, essa tipologia de resíduos continua como a fração majoritária (50,1%). Segundo os autores, a predominância da fração de orgânicos é característica de municípios de pequeno porte (GALDINO & MARTINS, 2015).

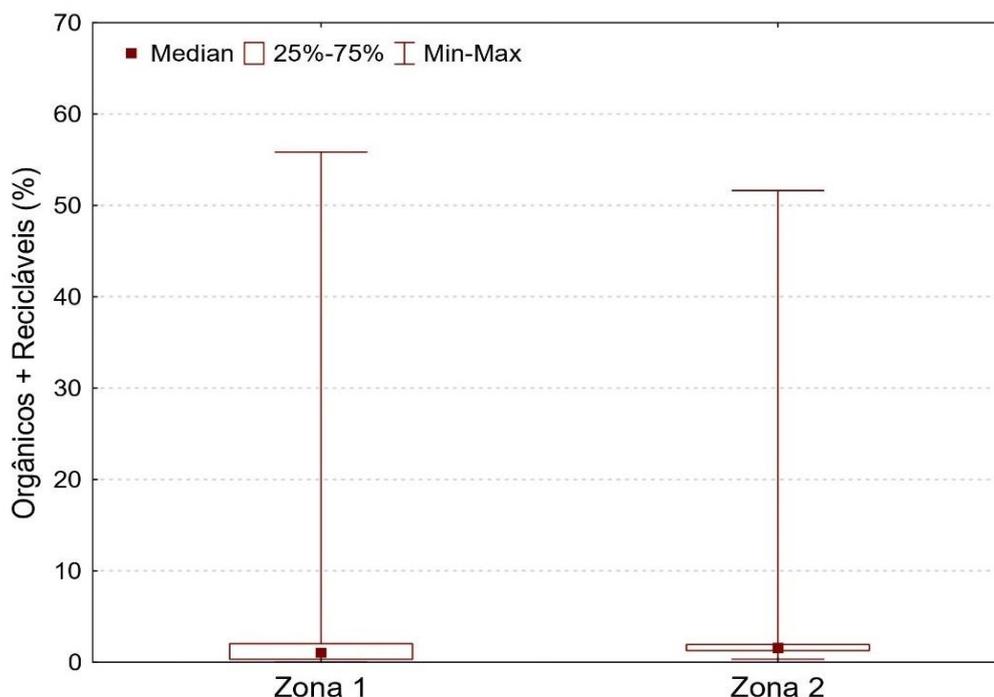
Outro estudo que reforça a hipótese foi realizado por Alkmin e Ribeiro Jr. (2016) na cidade de Maria da Fé (MG), com 14.016 habitantes. Nele, a caracterização gravimétrica foi feita no lixão com os resíduos dispostos pelo caminhão da coleta convencional. A fração de orgânicos representou cerca de 55% do total analisado.

Segunda a Prefeitura Municipal de Maria da Fé, o município possui coleta seletiva e os

recicláveis são destinados a uma associação de catadores, com a fração de orgânicos seguindo para a disposição irregular. Além disso, o estudo reportou uma fração de 31,7% de resíduos recicláveis, 13% a mais que a porcentagem encontrada para o município do presente estudo de caso (ALKMINE; RIBEIRO JUNIOR, 2016).

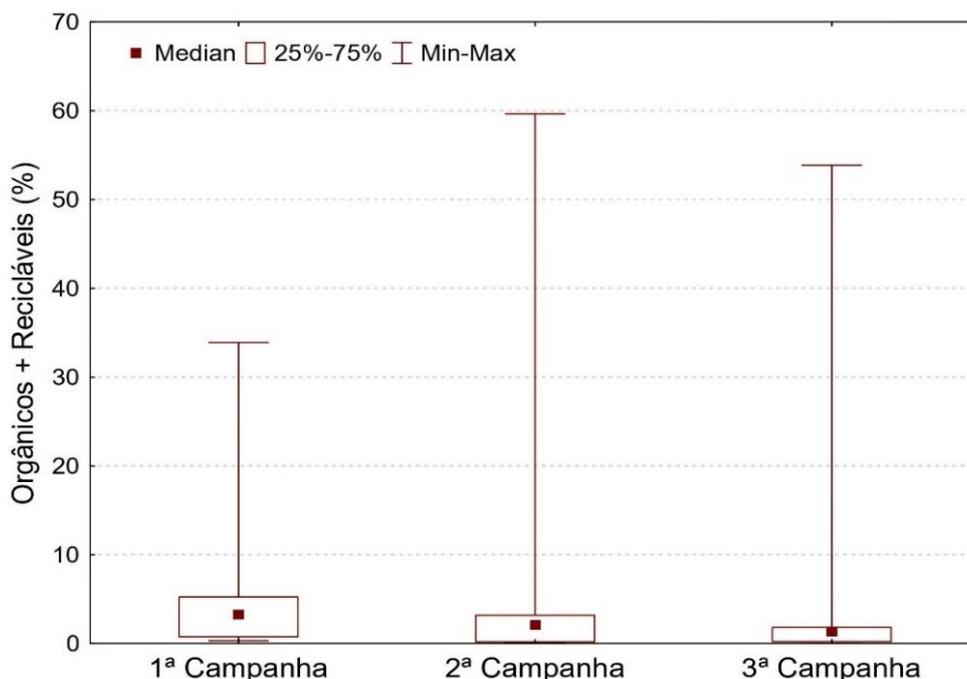
Assim como o município de Maria da Fé, o quantitativo de orgânicos, no atual modelo de gerenciamento dos resíduos no município objeto do estudo, é disposto diretamente em aterro controlado. Porém, mais que os resíduos orgânicos, o município dispõe de aterro controlado como depósito final de resíduos sólidos urbanos, sem nenhuma unidade de triagem, reciclagem ou compostagem, sendo a prefeitura municipal responsável pelo manejo e disposição final dos RSU, por meio do Departamento Municipal de Obras e Serviços Urbanos. Essa disposição acaba por contribuir para o aquecimento global através da emissão de gases poluentes, além de permitir outros impactos locais decorrentes de uma disposição irregular, como contaminação da água subterrânea e solo, segundo Santos *et al.* (2018).

Figura 7: Terceira Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.



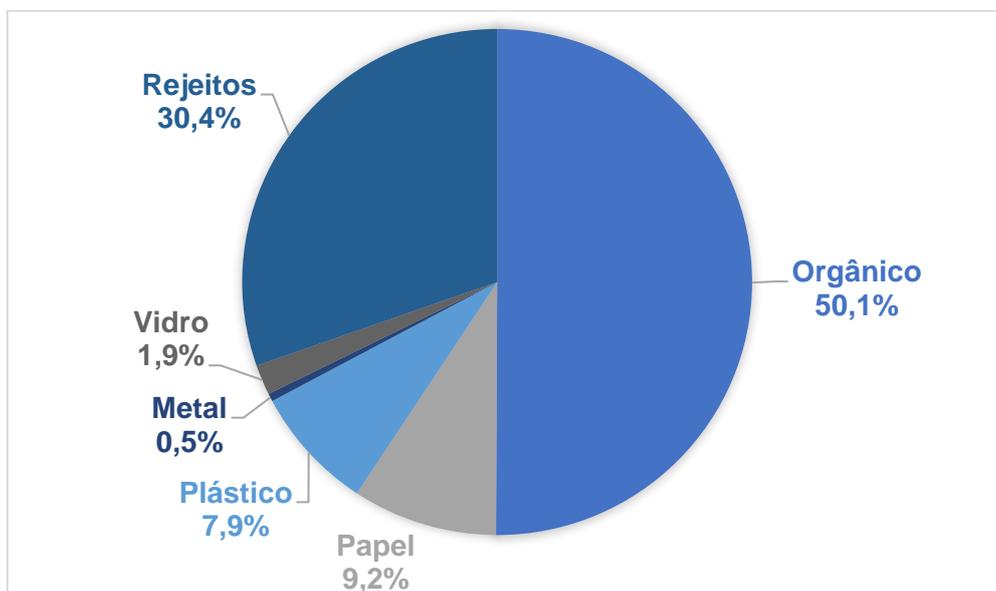
Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 8: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 9: Percentual dos resíduos sólidos domiciliares do município.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Segundo o diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos (SNIS, 2019), do total de 4.262 municípios levantados, 1.114 ainda possuem lixão como unidade de disposição final dos RSU. Só no sudeste são 98 unidades (SNIS, 2019). Dentre os tipos de operador responsáveis pelo manejo dos resíduos, as prefeituras municipais são as que mais operam unidades do

tipo lixão, com 1.047 lixões, o que representa 93,9% do total de lixões do país (SNIS, 2019). O estudo também ressalta que a alta na presença de lixões e aterros controlados como meios de disposição final pode se dar devido ao aumento do número de cidades de pequeno porte que enviaram suas informações ao SNIS em 2019.

Portanto, o ideal seria que a fração orgânica

gerada fosse estabilizada através de processos biológicos controlados, permitindo assim a reciclagem dos nutrientes e utilização da matéria orgânica (MAGALHÃES, 2018). Ferreira *et al.* (2019) reportam que a implementação de um programa de compostagem, para municípios que produzem uma fração majoritária de resíduos orgânicos, pode proporcionar o aumento de vida útil dos aterros. Outro benefício é o resultado financeiro que pode ser obtido com a reciclagem dos produtos, que beneficiaria tanto o social quanto o ambiente, com incremento da vida útil de equipamentos de disposição final (LIMA *et al.*, 2018).

Conforme a FEAM (2017), um levantamento da média de resíduos gerados por faixa populacional constatou que municípios com população entre 10.000 e 20.000 habitantes apresentaram uma fração de orgânicos de 48,05%; já os municípios com mais de 20.000, tiveram uma média de 49,84%, valor agora mais próximo ao encontrado para o estudo de caso de 50,1%. A cidade de estudo é considerada de pequeno porte, porém se destaca com um PIB *per capita* de R\$ 13.297,23 (IBGE, 2018) e, por essa razão, é semelhante ao da cidade de Palma (MG), que tem 6.587 habitantes e um PIB *per capita* de R\$ 11.024,76. Nota-se uma similaridade entre os resultados das frações de resíduos do estudo de caso e do Município de Palma (MG) cuja porcentagem é de 47,0% de orgânicos, 27,3% de rejeitos e 23,6% de recicláveis, além da fração de lixo de banheiro que teve uma representação de 17,4% (PMGIRS Palma, 2019).

Segundo dados de caracterização gravimétrica dos RSU de Minas Gerais (FEAM, 2017), as variações entre os dados apresentados não foram significativas para relacionar os RSU gerados com o número de habitantes dos municípios analisados, reafirmando a necessidade de uma análise individual para cada cenário, para que se possa entender o tipo de resíduo gerado por cada município.

Também foi verificado, através de dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), que a massa de resíduos domiciliares e públicos coletados *per capita* em relação à população urbana atendida foi de 0,63 kg/hab.dia. A média foi inferior à do estado (0,84 kg/hab.dia) e a do país (0,98 kg/hab.dia) (SNIS, 2019). Entretanto, documento apresentado pelo próprio SNIS (2019) ressalta que a prática de pesagem dos RSU não é adotada por mais da metade dos municípios que enviaram seus dados

ao SNIS em 2019, ou seja, a maioria dos municípios estimaram a quantidade de resíduos produzidos diariamente pela população. O documento ressalta ainda que essa incompatibilidade de dados pode gerar imprecisões quanto às quantidades coletadas de RSU, principalmente em municípios de pequeno porte (SNIS, 2019).

No presente estudo, o processo de caracterização gravimétrica foi elaborado para se obter resultados reais sobre os RSU gerados pelo município e para proporcionar discussões coerentes com a realidade.

Assim, os objetivos da análise dos resíduos sólidos produzidos numa cidade ou região são: conhecer suas características; entender as quantidades de produção; observar as condições sob as quais esses resíduos são produzidos e refletir sobre seus fluxos. Os dados da caracterização gravimétrica são essenciais para que ocorra essa análise, e assim possa indicar um plano de gerenciamento que inclua decisões estratégicas e assertivas (FERNANDO; LIMA, 2012).

Além disso, a gravimetria fornece a identificação das frações majoritárias e de maior potencial para implantação da coleta seletiva e de outras estratégias de destinação ambientalmente adequadas. Dessa forma, pode-se orientar a escolha de melhores alternativas técnicas, estratégicas e operacionais para as atividades relacionadas à sua coleta, transporte, tratamento e destinação final adequada (BARROS, 2012; FEAM, 2019).

Quanto à segunda fração majoritária encontrada, a dos rejeitos, as campanhas apresentaram percentuais próximos, com 36,8% para a primeira, 21,6% para a segunda e 34,6% para a terceira, com destaque para lixo de banheiro, que segue com maior representatividade. Tal fato merece atenção, porque, segundo Machione (2014), o lixo de banheiro é considerado um resíduo com potencial de contaminação, pois pode provocar doenças se for manuseado sem proteção e se for descartado de forma irregular.

Os valores das frações de rejeitos apresentados pela FEAM (2017) para municípios mineiros com até 2.000 habitantes, tiveram um percentual de 27,64%, próximo a mediana de 30,4% para o município em estudo. Enquanto que nos municípios com população entre 10.000 e 20.000 habitantes, perfil que se enquadra no estudo de caso, os rejeitos apresentaram um

percentual de 14,29% de acordo com FEAM (2017).

Trabalhos de Lima *et al.* (2018), ao realizar a caracterização gravimétrica dos RSU de um município no interior do estado de São Paulo, com aproximadamente 3.000 habitantes, também chegaram em uma fração alta de rejeitos, 27%. Os autores revelam ainda que, dentro da porcentagem de rejeitos, as maiores frações são de fraldas e trapos. Os valores são semelhantes aos do município objeto do presente estudo, que apresenta as duas maiores frações entre os rejeitos de lixo de banheiro e, tecido, borracha, couro e madeira.

Como discutido anteriormente, o município apresenta uma fração de rejeito muito elevada, se compara a outros municípios e mesmo comparada ao cenário nacional e estadual, de 19,7% (ABRELPE, 2020) e 25,0% (FEAM, 2017), sendo a segunda maior fração de resíduos sólidos domiciliares caracterizado. Assim, acredita-se que essa porcentagem alta possa estar relacionada à uma contaminação de resíduos recicláveis que acabam sendo classificados como rejeitos.

Souto *et al.* (2013) afirma que materiais contaminados, encontrados hoje como rejeitos, podem ceder espaço para os recicláveis, caso haja ações educativas sobre o tema ambiental junto à comunidade, pois resíduos passíveis de reciclagem quando contaminados com restos de alimentos ou materiais tóxicos, muitas vezes não conseguem passar pelo processo de reciclagem. O elevado percentual de rejeitos reportados para o município objeto do estudo pode ainda, ser devido ao período de pandemia (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2020). Segundo Santos Junior *et al.* (2020), a pandemia potencializou o descarte de produtos de higiene pessoal e, com isso, a grande representatividade de rejeitos também se elevou, principalmente de lixo de banheiro. Logo, pode-se entender que o aumento no descarte de itens de higiene está relacionado ao contexto pandêmico. Esse tipo de lixo é enquadrado como um resíduo domiciliar perigoso no campo dos contaminantes biológicos, como indica Machione (2014), e, no município estudado, ele corresponde a 16,48% dos resíduos encontrados. Essa presença considerável é um fator preocupante, pois pode provocar problemas de saúde pública, além da possível contaminação de animais que possam vir a ter contato com os resíduos.

A pandemia trouxe à tona as dificuldades e fragilidades que a gestão dos RSU enfrenta. Como exemplo, observa-se a presença de materiais

perigosos (entre os resíduos comuns, o que indica a necessidade de atenção pelos gestores, devido à possibilidade de contaminação durante o manejo dos resíduos e após o descarte no aterro (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2020). Baseado nos conceitos de logística reversa de pós-consumo (PNRS, 2010), a presença de resíduos perigosos nos RSD (0,75%) evidencia a necessidade de se considerar novos conceitos associados à sustentabilidade, como responsabilidade compartilhada e responsabilidade socioambiental (FONSECA *et al.*, 2016).

Tais questões reforçam a necessidade de um programa integrado de educação e conscientização da população, que possam ressaltar os riscos inerentes ao descarte inadequado de materiais perigosos (MACHIONE, 2014). No caso do manejo e do gerenciamento dos RSU, a inclusão social e a capacitação de catadores para uso de EPIs durante a manipulação dos resíduos, triagem e armazenamento pode ser uma alternativa para melhorar a renda e a condição econômica da população (NEVES *et al.*, 2017). Na Figura 10 são apresentados exemplares das diferentes frações dos resíduos consideradas no processo de classificação e análise gravimétrica.

Para estimular práticas ambientais corretas, deve-se priorizar ações, eventos e/ou campanhas de esclarecimento, promovidas ou estimuladas pelo poder público. Deve-se, ainda, incluir atores que possam, direta ou indiretamente, contribuir para uma maior conscientização da população, como: escolas, associações, secretarias governamentais, sindicatos, dentre outros (JANUÁRIO *et al.*, 2016). De acordo com o estudo de caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Estado de Minas Gerais elaborado pela FEAM (2017, p. 8):

Quando se observa as categorias de resíduos agrupadas pelo seu potencial de destinação e disposição final, cabe a reflexão de que quanto maior os valores de rejeitos, maior a tendência de que aquela população pratica as diretrizes de não-geração, redução e reutilização, seja de forma consciente ou não, como por exemplo, gera menos resíduos alimentares, reusa objetos e materiais, reaproveita embalagens, dentre outros. Por outro lado, evidencia-se a necessidade de segregação na fonte, para que todo este potencial teórico, não acabe como rejeitos, na prática.

Figura 10: Classificação dos resíduos nas categorias previamente estabelecidas.


Fonte: Elaboração própria (2021).

Tal reflexão indica uma tendência da população do município estudado em selecionar os resíduos antes do descarte para direcioná-los à reciclagem, o que justifica o baixo percentual de recicláveis, 19,5%, em comparação aos estudos em outras cidades de pequeno porte como em Poço das Trincheiras, Alagoas, apresentado por Cartaxo *et al.* (2019). Segundo o pesquisador, mesmo com a predominância de resíduos orgânicos (60%), os recicláveis possuem uma grande representatividade, com 29,6%. Dito isto, o município estudado apresenta uma fração de 30,4% de rejeitos, essa fração é 10,9% superior ao reportado para os resíduos recicláveis. Em relação aos recicláveis, os materiais de maior valor apresentam percentuais menores, como é o caso do alumínio com representatividade de 0,15%, o que é uma hierarquia diferente à encontrada no cenário brasileiro, segundo dados da ABRELPE (2021).

Assim, com base nos resultados obtidos é possível observar que, mesmo que incipiente, existe uma cultura de segregação na fonte de resíduos com maior valor agregado. A identificação de iniciativas de segregação das frações secas na fonte pode contribuir para etapas posteriores de valoração e valorização das diferentes frações dos RSU, tendo a participação da sociedade civil como elemento indispensável (MARTINS *et al.*, 2009). Dessa forma, o potencial de reciclagem seria utilizado para gerar outra atividade econômica e para permitir que estes produtos possam voltar à cadeia produtiva. Nesse sentido, a implementação de uma cooperativa de

catadores auxiliaria na reciclagem de 19,5% dos resíduos recicláveis descartados, e ainda poderia ser uma possível nova fonte de renda para a população.

É importante destacar que a aderência ao programa de reciclagem dos resíduos secos (plásticos, papéis, vidros e metais) e úmidos (orgânicos), como forma de tratamento para os 69,6% dos resíduos poderia beneficiar o município e, com isso, garantir um aumento de vida útil do aterro.

No cenário brasileiro segundo dados do SNIS (2019) a atuação de associações ou cooperativas de catadores no processo de reciclagem tende a beneficiar os municípios de pequeno porte, pois suas ações alcançam entre 37,5% e 48,5% da massa total coletada seletivamente, valor superior aos demais prestadores do serviço de coleta seletiva. Segundo Almeida *et al.* (2020), a coleta seletiva, a reciclagem de resíduos sólidos e a conscientização ambiental são algumas das estratégias locais para a redução dos aterros, uma vez que essas iniciativas podem diminuir o impacto e aumentar a vida útil ambiental.

Por fim, devido às dificuldades em sistematizar anualmente os dados da gestão de resíduos sólidos, é importante observar com atenção o que as entidades municipais, estaduais e federais apresentam, pois, geralmente, há incoerências nos processos metodológicos de coleta e processamento de dados (FRANCESCHI *et al.*, 2016). No âmbito da gestão, a informação representa um importante instrumento de planejamento e controle, e, quando

adequadamente tratada, ela pode contribuir para o gerenciamento dos serviços, formulação de programas, fixação de metas e seu monitoramento. Além disso, na esfera do estado, a informação ajuda a regulamentar a prestação dos serviços e o seu controle social (MIRANDA, 2006).

Assim, como ressalta Klein *et al.* (2018), a adoção de tecnologia da informação e da comunicação pelos municípios associados ao governo eletrônico pode ampliar a efetividade das políticas públicas em torno da gestão de resíduos sólidos e auxiliar na divulgação de dados e informações ambientais.

5 CONCLUSÃO

Apesar do município em estudo apresentar um Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU) alto, de 0,640, esse índice não expressa a real problemática da cidade, já que, mesmo com a taxa de coleta de resíduos sendo abrangente, de 98,77%, e a geração per capita sendo baixa, de 0,63 Kg/hab.dia, a disposição final desses resíduos são ainda em aterro controlado, ou seja, disposição ambientalmente incorreta dos resíduos.

Assim, a caracterização gravimétrica reafirma a importância da avaliação caso a caso para o processo de gerenciamento dos resíduos. Também permite caracterizar e quantificar os diversos elementos depositados nos aterros sanitários, contribuindo para a definição de estratégias e modelos de gestão, bem como para o planejamento e aquisição de novas tecnologias adequadas e viáveis ao tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

Os resultados demonstram que quase 70% dos resíduos que estão sendo depositados no aterro do município possuem potencial para reciclagem e reaproveitamento, e tendo em vista de uma cultura de segregação na fonte de resíduos, pelos moradores, e do potencial para reciclagem, e aproveitamento dos resíduos orgânicos, existe uma necessidade de incentivar e promover ações de gerenciamento. Tais ações tem por finalidade conscientizar a população e também propor estratégias para a implementação da coleta seletiva.

Logo, espera-se que os dados exibidos ao longo do texto possam servir de referência e modelo para municípios de mesmo porte, auxiliando na gestão e tomada de decisões na busca de alternativas para um gerenciamento eficiente e ambientalmente adequado dos RSU, com olhar sistêmico e sustentável que trata os

resíduos como recurso que viabilizam benefícios extras, como a geração de emprego e renda.

REFERÊNCIAS

[1] ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 10004 de 31 de maio de 2004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

[2] ABRELPE. (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. 2020. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

[3] ABRELPE. (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. 2021. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 04 jul. 2022.

[4] ALCANTARA, A. J. O. 2010. 89 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Ambientais, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2010.

[5] ALKMIN, D.; RIBEIRO JUNIOR, L. Determinação da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do Lixão do Município de Maria da Fé, Estado de Minas Gerais. **CAMINHOS DE GEOGRAFIA**, [s. l.], v. 18, n. 61, p. 65-82, mar. 2017. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/>. Acesso em: 9 fev. 2021.

[6] ALMEIDA, G.; SILVEIRA, R.; ENGEL, V. Coleta e Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos: Contribuição ao Debate da Sustentabilidade Ambiental. 2020. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies [FSRJ]**, 12(2), 289-310. doi:<https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.44>. Acesso em: 23 nov. 2021.

[7] ALMEIDA, R. G. de. Estudo da Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares Urbanos do Município de Caçador SC, À Partir da Caracterização Física e Composição Gravimétrica: À Partir da Caracterização Física e Composição Gravimétrica. **Ignis**, [s. l.], v. 1, ed. 1, p. 51-71, jan./jun. 2012. Disponível em:

<http://repositorio.eesc.usp.br/handle/RIEESC/189>

3. Acesso em: 25 nov. 2021.

8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. **Índice de sustentabilidade da limpeza urbana para os municípios brasileiros**. Brasília, 2018. Disponível em: < <https://selur.org.br/wp-content/uploads/2019/09/ISLU-2019-7.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

[9] BARROS, R.T.V. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

[10] BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Brasília. Disponível em: < <https://dspace.mj.gov.br/handle/1/1069>>. Acesso em: 05 out. 2020.

[11] CARTAXO, P. H. A.; LUNA, I. R. G.; NASCIMENTO, I. S.; SILVA, M. R.; SILVA, K. A.; SANTOS, J. P. O. GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE A PARTIR DA APLICAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA. **TECNO-LÓGICA**, [S. l.], p. 87-92, 10 maio 2019. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/13077/8341>. Acesso em: 1 dez. 2021.

[12] COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F. Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de Salinas, Minas Gerais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.3, n.2, p.73-90, 2012. Disponível em: <https://journaldatabase.info/journal/issn2179-6858>. Acesso em: 30 dez. 2021.

[13] EOS Organização e Sistemas - **Conheça a limpeza urbana e saiba como seus serviços podem ser importantes**. EOS Organização e Sistemas, 17 de nov. 2020. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/limpeza-urbana/>. Acesso em: 05 nov. 2021.

[14] FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Cartilha de orientações: estudo gravimétrico de resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte. 2019. 27p. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/2019/MINAS_

SEM_LIXOES/CARTILHA_ESTUDO_GRAVIMETRICO.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2020.

[15] _____. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Estado de Minas Gerais**, composição gravimétrica, v. II. Belo Horizonte. 2017. 25p. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/2020/BIBLIOT ECA/MINAS_SEM_LIX%C3%95ES/Composi%C3%A7%C3%A3o_Gravim%C3%A9trica.pdf>. Acesso em: 04 set. 2021.

[16] _____. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais em 2018**. Belo Horizonte. 2019. 27p. Disponível em: < <http://www.feam.br/noticias/15/2009-relatorios-de-progresso-panoramas-classificacao-por-municipio-e-mapas-de-situacao-da-destinacao-de-rsu>>. Acesso em: 04 dez. 2020.

[17] _____. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Avaliação da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos nos 228 municípios de mg visitados nos anos de 2014 a 2016**. Belo Horizonte. 2018. 120p. Disponível em: < Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM - Questionário situacional da coleta seletiva>. Acesso em: 04 dez. 2020.

[18] FERNANDO, A.; LIMA, S. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE MAXIÉ/MOÇAMBIQUE1. **Caminhos de Geografia**, [s. l.], v. 13, ed. 42, p. 335-345, jun. 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/>. Acesso em: 1 fev. 2021.

[19] FERREIRA, I. J. S.; GONÇALVES, E.; RODRIGUES, H. S.; AMORIM, M. C. C. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS E DIMENSIONAMENTO DE ÁREA PARA ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE SOBRADINHO-BA. **Tecno-lógica**, [s. l.], v. 23, ed. 1, p. 49-58, jan/jun. 2019. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/12184>. Acesso em: 26 jan. 2021.

[20] FONSECA, E. C. C.; BARREIROS, E. C. M.; GONÇALVES, P. V. S.; MELO, A. C. S.; NUNES,

D. R. L. Proposta de mapa de processos de logística reversa de pós-consumo sob a ótica da política nacional de resíduos sólidos. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 12, nº 1, jan-mar/2016, p. 83-99.

[21] FRANCESCHI, F. R.; SANTIAGO, C.; LIMA, T.; PUGLIESI, É. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: uma discussão sobre a evolução dos dados no período 2003 – 2014. **Revista DAE**, [s. l.], p. 1-7, 2016. DOI 10.4322/dae.2016.028. Disponível em: https://www.academia.edu/32799495/Panorama_dos_residuos_no_Brasil_uma_discuss. Acesso em: 19 jan. 2021.

[22] FREITAS, L. C. P. F.; SANTOS, L. D. R.; ROSA, S. S. M.; FREITAS, B. E. P.; TIAGO, J. P. F. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos em uma comunidade rural no estado de Minas Gerais, Brasil. **Nature and Conservation**, v.12, n.2, p.88-95, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2019.002.0009>.

[23] GALDINO, S.; MARTINS, C. COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA COLETA CONVENCIONAL DE UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE. **TECNO-LÓGICA**, [S. l.], v. v.20, n. n.1, p. 01-08, 19 maio 2015. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/6060>. Acesso em: 1 dez. 2021.

[24] GUERRERO, A, L; MAAS, G; HOGLAND, W. Solid Waste Management Challenges for Cities in Developing Countries. **Waste Management**, Vol. 33, n. 1, p. 220-232, jan. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X12004205>. Acesso em: 20 jan. 2021.

[25] GUO, S.; ZHONG, S.; ZHANG, A. Privacy-preserving Kruskal–Wallis test. **Métodos e Programas de Computador em Biomedicina**, [s. l.], p. 135-145, 2013. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.05.023>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169260713001806>. Acesso em: 10 fev. 2021.

[26] HELRIGLE, H. K. G. L.; FREITAS, K. C. F.; DE PAULA, C. R.; PINHEIRO, R. H. O.; PESSUTI, F.;

PELAZZA, B. B.; FERRI, L. P. Disposição inadequada de resíduos sólidos no perímetro urbano de caiapônia (GO) e sua associação com a dengue. **Itinerarius Reflectionis**, Goiânia, v. 15, n. 3, p. 01–21, 2019. DOI: 10.5216/rir.v15i3.59669. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/rir/article/view/59669>. Acesso em: 4 jul. 2022.

[27] IBGE. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: < Censo 2010 | IBGE>. Acesso em: 04 dez. 2020.

[28] IBGE. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/html>>. Acesso em: 04 dez. 2020.

[29] _____. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1ª de julho de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: < https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2020/estimativa_dou_2020.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2021.

[30] _____. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais** – Perfil dos Municípios Brasileiros 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca>>. Acesso em: 4 dez. 2020.

[31] _____. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais** – Perfil dos Municípios Brasileiros 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca>>. Acesso em: 4 dez. 2020.

[32] _____. **Indicadores sociais municipais**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/pesquisa/23/25124?indicador=29521>>. Acesso em: 11 dez. 2020.

[33] JANUÁRIO, M.; FERNANDES, F. R.; VALERIO, M. A.; MACEDO, R. ESTUDO DO COMPORTAMENTO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DE WENCESLAU BRAZ/PR EM RELAÇÃO AOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** – GeAS, [S. l.], ano 1, v. 6, p. 55-71, 2016. Disponível em: <http://www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article>. Acesso em: 24 jun. 2021.

- [34] KLEIN, F.; GONÇALVES-DIAS, S.; JAYO, M. Gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: uma análise sobre o uso de TIC no acesso à informação governamental. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s. l.], v. 10, n. 1, ed. 10, p. 140-153, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/wT89zMbRXKq4P8tKfFkByVK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- [35] LIMA, P.G.; DESTRO, G. E.; BRAGA JUNIOR, S.S; FORTI, J.C. ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE UM ATERRO SANITÁRIO. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** v, [s. l.], v. 12(4), p. 410-426, 2018. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/download/726/396/2572>. Acesso em: 25 maio 2021.
- [36] MACHIONE, E. Caracterização dos resíduos domiciliares perigosos presentes nos resíduos sólidos urbanos do município de Colina-SP. **Revista Hispeci e Lema**, Bebedouro (SP), v. 1, p. 102-119, 17 dez. 2014. Disponível em: <https://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/hispecielemaonline/sumario/32/05122014141651.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.
- [37] MIRANDA, ERNANI. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. In: REGULAÇÃO: Indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: [s. n.], 2006. cap. 4, p. 75. Disponível em: https://www.aris.sc.gov.br/uploads/revista/2721/n2vF4LG5oX_u07I8puNHXKfjMPFIKEXy.pdf. Acesso em: 9 fev. 2021.
- [38] NEVES, L.; QUADROS, S.; LUTINSKI, J. A.; BUSATO, M.; LUCIMARE, L. CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS: PERFIL SOCIAL E RISCOS À SAÚDE ASSOCIADOS AO TRABALHO. **Hygeia**, [S. l.], v. 13, n. 24, p. 162-174, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/32351>. Acesso em: 7 jun. 2021.
- [39] ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasil, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 04 jul. 2022.
- [40] PMGIRS, Palma (MG). [S. l.], p. 1-288, 1 dez. 2019. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/13305794/4334422/PMGIRSVERSAO12_08_21.pdf. Acesso em: 2 dez. 2021.
- [41] PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. **População Rural e Urbana**. Brasil, 2015. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 04 jul. 2022.
- [42] SANTOS, R. E.; SANTOS, I. F. S.; BARROS, R. M.; BERNAL, A. P.; TIAGO FILHO, G. L.; SILVA, F. das G. B. Generating electrical energy through urban solid waste in Brazil: An economic and energy comparative analysis. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 231, p. 198-206, 11 set. 2018. Disponível em: <https://www.elsevier.com/locate/jenvman>. Acesso em: 20 maio 2021.
- [43] SANTOS JUNIOR, R. S.; FEITOSA, E. P. S; SANTOS, E. M. Impacto Gerado pela COVID-19 na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos nas Capitais da Região Nordeste do Brasil. IV Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana, [S. l.], 2020. **IV SiBOGU**, 2020, online.
- [44] Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS). Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2014. Brasília: **SNIS**, 2019. Instituto Trata Brasil. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- [45] SOBRINHO, M. E.; GUEDES, C. O ambiente institucional da indicação geográfica do café no município de Carmo de Minas-Brasil. **Revista internacional de administración**, [s. l.], n. 7, p. 141-167, 2020. DOI <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.6>. Disponível em: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7497/1/09-ES-Facirolli-Miranda.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2021.
- [46] SOUTO, F.; RAIMAM, M.; ALBINO, U. Resíduos Sólidos Urbanos em Porto de Moz – PA: Problemas e Oportunidades. **Rev. Geogr. Acadêmica**, [S. l.], ano xii, v. v.7, n. n.2, p. 85-94, 17 dez. 2013. Disponível em:

<https://revista.ufr.br/rga/article/view/2993>. Acesso em: 1 dez. 2021.

[47] STATSOFT. **STATISTICA (data analysis software system)**, version 10.0. 2010. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 05 out. 2020.

[48] STRAVA: **correr e pedalar**. Versão 246.0.0. San Francisco: Strava, Inc., 2021. Disponível em: <https://www.strava.com/>. Acesso em: 20 set. 2019.

[49] TEODÓSIO, A. D. S. D. S. Gestão pública em cidades de pequeno porte: oito perspectivas críticas sobre o desenvolvimento local. **Revista Administração em Diálogo**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 01-28, maio 2010.

[50] TORMAN, V. B. L.; COSTER, R.; RIBOLDI, J. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não paramétricos por simulação. **Revista HCPA**. Porto Alegre, 2012. Disponível em:<<http://seer.ufrgs.br/hcpa/article/viewFile/29874/19186>>. Acesso em: 12 out. 2020.

[51] VIEIRA, M. C. M.; GALLARDO, A. L. C. F.; AGUIAR, A. O. GAUDERETO, G. L. Plano de gestão integrada de resíduos sólidos de São Paulo na perspectiva da avaliação ambiental estratégica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. v. 11, p. 1-16, [s. l.], 2019.