

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO**

Gabriela Cruz Rodrigues

**CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA COMO ETAPA DE DIAGNÓSTICO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS**

Estudo em município de pequeno porte

Juiz de Fora

2022

Gabriela Cruz Rodrigues

Caracterização gravimétrica como etapa de diagnóstico de resíduos sólidos:

Estudo em municípios de pequeno porte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído

Orientador: Dr. Samuel Rodrigues Castro

Juiz de Fora

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rodrigues, Gabriela Cruz .

Caracterização gravimétrica como etapa de diagnóstico de resíduos sólidos : estudo em município de pequeno porte / GabrielaCruz Rodrigues. -- 2022.

90 p. : il.

Orientador: Samuel Castro

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2022.

1. PMGIRS. 2. Gestão. 3. Resíduos Sólidos Urbanos. 4. Planejamento Urbano. I. Castro, Samuel, orient. II. Título.

Gabriela Cruz Rodrigues

Caracterização Gravimétrica como Etapa de Diagnóstico de Resíduos Sólidos:

Estudo em município de pequeno porte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Gestão em Ambiente Construído

Aprovada em de de

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Samuel Castro - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Jonathas Batista Gonçalves Silva
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Otávio Eurico de Aquino Branco
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Alexandre Lioi Nascentes
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

RESUMO

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) aumentou com o passar dos anos e, por isso, tornou-se necessário garantir que os resíduos tenham uma destinação final ambientalmente adequada. Para isso, é preciso discutir e analisar as gestões dos municípios, principalmente os de pequeno porte, com menos de 20.000 habitantes, uma vez que tais municipalidades constituem 68% do país. Ou seja, por esses municípios representarem uma grande porcentagem em nível nacional, reforça-se que eles são fundamentais para solucionar o problema da destinação final dos RSU. A partir de 2010, foi instituída no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) cujo principal instrumento de gestão é o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). O presente trabalho tem por objetivo abordar as questões que envolvem a gestão dos RSU nos municípios de pequeno porte, e ressaltar como a caracterização gravimétrica dos RSU é indispensável para um diagnóstico eficiente e direcionado às reais necessidades da população. Para tanto, primeiramente, uma revisão sistemática de literatura (RSL) foi elaborada com a intenção de levantar estudos que abordassem o processo de caracterização gravimétrica em municípios brasileiros. Em um segundo momento, foram levantadas as características dos RSU do estudo de caso, através de 3 campanhas de caracterizações gravimétricas, em que cada campanha do estudo de caso teve seus dados submetidos ao teste estatístico não-paramétricos Mann Whitney U Test e, depois, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para comparações entre as campanhas. A partir dos resultados das análises bibliométricas, constatou-se a falta de pesquisas sobre as características dos RSU em municípios mineiros com menos de 20.000 habitantes. Os resultados obtidos para os testes estatísticos não evidenciaram diferenças significativas entre as frações avaliadas das campanhas a 95% de confiança, o que possibilitou um resultado único para o Município. Os dados apresentados reforçaram a importância do processo de caracterização gravimétrica para a gestão dos RSU em municípios de pequeno porte no Brasil.

Palavras-chave: PMGIRS. Gestão. Resíduos Sólidos Urbanos. Planejamento Urbano.

ABSTRACT

The generation of urban solid waste (MSW) has increased over the years and, therefore, it has become necessary to ensure that the waste has an environmentally appropriate destination. For this, it is necessary to discuss and analyze the management of the municipalities, especially the small ones, with less than 20,000 inhabitants, since these municipalities constitute 68% of the country. In other words, as these municipalities represent a significant percentage at the national level, it is reinforced that they are fundamental to solving the problem of the destination of MSW. As of 2010, the National Solid Waste Policy (PNRS) was instituted in Brazil, whose main management instrument is the Municipal Plan for Integrated Management of Solid Waste (PMGIRS). The present work aims to address the issues that involve the management of MSW in small municipalities, and to emphasize how the gravimetric characterization of MSW is essential for an efficient diagnosis and directed to the real needs of the population. To this end, first, a systematic literature review (RSL) was prepared with the intention of surveying studies that addressed the process of gravimetric characterization in Brazilian municipalities. In a second moment, the characteristics of the MSW of the case study were raised, through 3 campaigns of gravimetric characterizations, in which each campaign of the case study had its data submitted to the non-parametric statistical test Mann Whitney U Test and, later, Kruskal-Wallis test was used for comparisons between campaigns. Based on the results of the bibliometric analyses, the lack of research on the characteristics of MSW in Minas Gerais municipalities with less than 20,000 inhabitants was identified. The results obtained for the statistical tests did not show significant differences between the evaluated fractions of the campaigns at 95% confidence, which allowed a single result for the Municipality. The data presented reinforced the importance of the gravimetric characterization process for the management of MSW in small municipalities in Brazil.

Keywords: PMGIRS. Management. Urban solid waste. Urban planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	– Princípios, Objetivos e Instrumentos da PNRS.....	17
Figura 1	– Hierarquia preconizada para a gestão de resíduos.....	19
Quadro 2	– Data limite para o fim dos lixões.....	22
Figura 2	– Porcentagem de municípios brasileiros com pequeno, médio e grande porte.....	25
Figura 3	– (a) Mapa Demográfico do Brasil com a densidade da população; (b) Mapa Demográfico do Brasil com a taxa, em porcentagem, da existência de coleta de lixo em domicílio	26
Figura 4	– Representatividade dos municípios de pequeno, médio e grande porte em MG	28
Figura 5	– Destinação dos RSU por município em MG	29
Figura 6	– Fluxograma das etapas metodológicas.....	34
Quadro 3	– Estratégia de busca da RSL.....	33
Figura 7	– Localização do município de estudo em MG.....	37
Figura 8	– Amostragem: (a) Zona 1; (b) Zona 2. Respectivamente.....	43
Figura 9	– Procedimento de homogeneização de amostras pelo quarteamento.....	44
Figura 10	– Pesagem dos resíduos.....	45
Figura 11	– Categorias dos resíduos sólidos urbanos considerados no ensaio.....	45
Figura 12	– Grupos de dados e seus respectivos testes de comparação.....	46
Figura 13	– Número de publicações por tipo ao longo dos anos.....	49
Figura 14	– Distribuição por estado do número de cidades encontradas nos estudos.....	50
Figura 15	– Distribuição por estado do número de cidades de pequeno porte encontradas nos estudos.....	52
Figura 16	– Tipos de publicações por estados nos estudos em municípios de pequeno porte.....	53
Figura 17	– 1ª Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.....	57
Figura 18	– Análise gravimétrica, percentual para o município – 1ª campanha.....	58
Figura 19	– 2ª Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.....	61
Figura 20	– Análise gravimétrica, percentual para o município – 2ª campanha.....	62

Figura 21	– 3ª Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.....	65
Figura 22	– Análise gravimétrica, percentual para o município – 3ª campanha.....	66
Figura 23	– Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.....	68
Figura 24	– Análise gravimétrica, percentual final para o município.....	69
Figura 25	– Classificação dos resíduos nas categorias previamente estabelecidas.....	71
Figura 26	– Coleta no processo de amostragem identificando segregação na fonte.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Estatística descritiva com valores em porcentagem das frações de orgânicos, recicláveis e município.....	52
Tabela 2	– Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares: valores absolutos.....	53
Tabela 3	– Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares: valores absolutos.....	57
Tabela 4	– Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares: valores absolutos.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IAS	Instituto Água e Saneamento
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
ISLU	Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana
MG	Minas Gerais
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PMSB	Política Municipal de Saneamento Básico
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SINIMA	Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente
SINIR	Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E LEGAL	15
3.1	PANORAMA DA GESTÃO DOS RSU NO PAÍS.....	15
3.2	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS), LEI FEDERAL Nº 12.305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010.....	16
3.3	ATUALIZAÇÃO DO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO E DA PNRS, LEI 14.026 DE 15 DE JULHO DE 2020.....	21
3.4	A GESTÃO DOS RSU EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE.....	24
3.5	A IMPORTÂNCIA ETAPA DE DIAGNÓSTICO DOS RSU PARA O PMGIRS	30
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1	METODOLOGIA DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA (RSL).....	35
4.2	METODOLOGIA DA ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO.....	37
4.2.1	CHARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	37
4.2.2	ESTUDOS GRAVIMÉTRICOS.....	41
4.2.3	AMOSTRAGEM.....	42
4.2.4	QUARTEAMENTO.....	43
4.2.5	CLASSIFICAÇÃO E PESAGEM.....	44
4.3	TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE DADOS.....	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
5.1	DADOS BIBLIOMÉTRICOS DA RSL.....	48
5.1.2	DADOS BIBLIOMÉTRICOS DOS ESTUDOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE.....	49
5.2	ANÁLISES ESTATÍSTICAS DAS CAMPANHAS DE CHARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA.....	53
5.2.1	ANÁLISE SIMPLES.....	55
5.2.1.1	1ª CAMPANHA – OUT/2020.....	55
5.2.1.2	2ª CAMPANHA – FEV/2021.....	59
5.2.1.3	3ª CAMPANHA – MAR/2021.....	63

5.2.2	ANÁLISES COMPOSTAS.....	67
5.3	ANÁLISE CRÍTICA SOBRE A CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA E O PROCESSO DE DIAGNÓSTICO.....	73
6	CONCLUSÃO.....	75
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78
	APÊNDICE A – Estudos obtidos através da RSL.....	87

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, muito se discute sobre o futuro da civilização e como iremos lidar com todas as mudanças que vêm ocorrendo no planeta. Desafios como as alterações climáticas, o crescimento populacional desenfreado e as pandemias mundiais surgem para definir se estaremos ou não preparados para encontrar soluções viáveis. Em 2030, estima-se que 60% da população mundial residirá em cidades; hoje, mais da metade da população mundial encontra-se em complexos urbanos e, no Brasil, esse número representa 85% da população (PCS, 2012).

Com o crescimento das cidades, e de sua população, a necessidade de equilibrar o desenvolvimento urbano com aspectos sociais, ambientais e econômicos é cada vez maior. Neste cenário, os pactos entre as potências mundiais visam garantir a adoção do desenvolvimento sustentável (WCED, 1987). 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 (PCS, 2012).

No Brasil, foram coletadas 72,7 milhões de toneladas de resíduos em 2018, dentre os quais 59,5% tiveram disposição final adequada. Em aterros sanitários, 23% desses resíduos foram despejados em lixões, e o restante, em aterros controlados (ABRELPE, 2019). 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 a proliferar vetores (SISINNO, 1996).

A gestão de resíduos sólidos necessita de uma visão integrada dos diversos fatores de influência e de oportunidade e, por isso, um sistema eficaz está além das soluções tecnológicas, mas também socioculturais, ambientais, institucionais e econômicas (GUERRERO et al., 2013). A gestão integrada, dessa forma, surge como uma aliada a tais exigências, e define, em conjunto, quais estratégias devem ser adotadas, visando a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos de forma a evitar prejuízos ao meio ambiente (MESQUITA JUNIOR, 2007).

A instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi um importante avanço para o cenário da gestão dos resíduos sólidos no Brasil. Sancionada em 2010, a Lei 12.305 dispõe sobre os princípios, os objetivos, os instrumentos, e as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. 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 Lei de 2010 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).

O Brasil é constituído, em sua maioria, por municípios de pequeno porte: são mais de 3780 municípios com populações entre 5 mil e 20 mil habitantes, representando mais de 70% das municipalidades (IBGE, 2020). Nelas, além da falta de recursos, a gestão pública não trabalha de maneira transparente e não tem um corpo técnico especializado na manutenção de resíduos sólidos. Ou seja, as pequenas cidades apresentam uma gestão pública frágil, o que dificulta o planejamento urbano estratégico e assertivo (TEODÓSIO, 2010).

Com base nos fatos apresentados, o desenvolvimento e o aperfeiçoamento do PMGIRS para municípios de pequeno porte são de suma importância para o desenvolvimento social e ambiental destas localidades, podendo trazer também benefícios econômicos, através da reciclagem e da compostagem. O presente trabalho pretende, assim, apresentar constatações sobre a etapa de desenvolvimento e os processos que configuram um PMGIRS em cidades de pequeno porte no Brasil, evidenciando estratégias promissoras e desafios encontrados ao longo de seu desenvolvimento.

2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

Esta dissertação tem como objetivo geral analisar as características dos RSU gerados em municípios de pequeno porte, com menos de 20.000 habitantes, e tem como estudo de caso um município localizado no Sul do Estado de Minas Gerais. Para cumprir com o objetivo, busca-se discutir as questões que envolvem a gestão dos RSU nos municípios brasileiros e apresentar como a caracterização gravimétrica é indispensável para a etapa de diagnóstico na elaboração do PMGIRS.

Dentre os objetivos específicos estão: a) levantar dados de estudos em municípios brasileiros com caracterizações gravimétricas de RSU obtidos a partir de uma revisão sistemática de literatura (RSL); b) apresentar e analisar estatisticamente os dados das caracterizações gravimétricas dos RSU do estudo de caso.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E LEGAL

3.1 PANORAMA DA GESTÃO DOS RSU NO PAÍS

Em 1972, a preocupação com o meio ambiente reuniu líderes mundiais e cientistas em Estocolmo, na *United Nations Conference on the Human Environment (UNHCE)*, para discutir metas e compromissos sobre sua proteção (O'RIORDAN, 2003). Quase dez anos depois, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), disciplinada pela Lei 6.938/1981, era decretada no Brasil e tinha como princípios: o controle de atividades potencialmente poluidoras, a manutenção do equilíbrio ecológico, o planejamento e a fiscalização do uso dos recursos ambientais e a educação ambiental em todos os níveis de ensino (BRASIL, 1981).

No que tange a gestão dos resíduos sólidos no Brasil, o tema só recebeu diretrizes legais diretas e metas depois de 1990. Até então, as discussões que permeavam o assunto se relacionavam apenas com a gestão e proteção do meio ambiente (ARANTES; PEREIRA, 2021), e o arcabouço legal abordava a qualidade de vida e ambiental, bem como a avaliação do uso de recursos naturais e possíveis impactos ambientais (DIAS, 2017).

Diante da necessidade de estabelecer diretrizes claras para a gestão e o manejo dos resíduos urbanos, o chefe do Poder Executivo regulamentou a Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes para o saneamento básico ao enquadrá-lo como um princípio fundamental de direitos básicos de todos os cidadãos (BRASIL, 2007). A referida lei estipula a formulação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) como obrigação dos municípios, e institui, ainda, a implantação do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNISA) cujos objetivos, por sua vez, são monitorar e avaliar as condições dos serviços de saneamento básico prestados à sociedade, com ênfase na universalização do serviço (BRASIL, 2007).

Diante disso, fez-se necessário instituir um ordenamento jurídico legal visando uma gestão direcionada em Estados e Municípios na implementação de métodos ambientalmente corretos de gerenciamento de resíduos sólidos (ARANTES; PEREIRA, 2021). Assim, o Congresso Nacional criou o Projeto de Lei nº 203/1991 (BRASIL, 1991) que, após um longo percurso entre comissões de avaliação e reformulações legais, recebeu aprovação em 2010, já mais robusto, denominado PNRS.

Neste período de 20 anos de reformulações, a participação junto à sociedade, através de entidades não governamentais, foi de suma importância para que a PNRS se firmasse como uma política inclusiva e coerente com o cenário nacional (SOLIANI et al., 2019). E por compreender que a PNRS é o arcabouço legal mais importante no cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, este estudo aborda as principais resoluções deste marco legal.

3.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS), LEI FEDERAL Nº 12.305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305 de 2010, tem como principais objetivos evitar e prevenir a geração de resíduos sólidos, a partir das diretrizes presentes no ordenamento legal. A lei ainda promulga a cultura da sustentabilidade, aumentando as ações de reciclagem, reutilização e disposição final adequada aos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). A responsabilidade por tais ações é compartilhada entre os diferentes atores que integram a cadeia de produção (BRASIL, 2010).

A PNRS, como marco regulatório no cenário da gestão dos RSU, enfatiza a importância do planejamento e da gestão sustentável dos RSU ao criar uma agenda que pretende alcançar os padrões de sustentabilidade em nível nacional (BRASIL, 2010). Isto posto, a política preconiza tanto a redução quanto a não geração de resíduos, com intuito de direcionar gestores a um planejamento ambientalmente adequado, com participação popular e reaproveitamento de resíduos (OLIVEIRA; GALVÃO JÚNIOR, 2016).

A lei dispõe ainda sobre os princípios, objetivos e instrumentos da PNRS aliados às diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos e, dessa forma, responsabiliza os geradores e gestores (BRASIL, 2010). De maneira sucinta, os princípios, objetivos e instrumentos presentes na PNRS, se encontram representados na Quadro 1.

Quadro 1 – Princípios, Objetivos e Instrumentos da PNRS

Art. 6º - são princípios da PNRS	Art. 7º - são objetivos da PNRS	Art. 8º - são instrumentos da PNRS
A prevenção e a precaução	Proteção da saúde pública e da qualidade de vida	Os planos de resíduos sólidos
Responsabilidade compartilhada	Consumo e produção sustentável	Inventário anual dos resíduos sólidos
Visão sistêmica	Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos	Coleta seletiva e sistema de logística reversa
Desenvolvimento sustentável	Incentivo à indústria da reciclagem	Cooperativas de catadores
Resíduos sólidos como bem econômico e de valor social	Gestão integrada dos resíduos sólidos	Monitoramento e fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária
A ecoeficiência	Integração dos catadores de materiais reutilizáveis	Educação ambiental

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota: Adaptado de PNRS (2010).

A política em questão pretende fazer a integração de diversos atores na gestão dos RSU. Para isso, os PMGIRS são um de seus principais instrumentos, pois são elaborados em conjunto com a comunidade. (BRASIL, 2010). E, no caso de municípios com menos de 20.000 habitantes, em razão de sua dimensão, determina-se que eles tenham um PMGIRS simplificado (BRASIL, 2010). Diante disto, o Decreto nº 7.404/2010, que regulamenta a PNRS, dispõe sobre o conteúdo mínimo exigido para um PMGIRS conforme o art. 19 (BRASIL, 2010).

Os PMGIRS são compostos por uma série de documentos e produtos que apresentam um diagnóstico integrado, elaborado com a participação da população, sobre as condições da gestão dos RSU e suas possibilidades de atuação, sempre levando em consideração a realidade local (BRASIL, 2010). Por lei, os planos devem propor a integração de catadores e das cooperativas de materiais recicláveis na gestão dos RSU, além de promover a educação ambiental através de ações com a comunidade em escolas (BRASIL, 2010).

A PNRS (2010) determinou que, até o final de 2014, todos os municípios deveriam ter elaborado o PMGIRS, ou apresentar um em conjunto com outros municípios, buscando, dentre os seus objetivos, o encerramento dos lixões no Brasil. Entretanto, até 2017 apenas 54,8% dos municípios brasileiros possuíam PMGIRS (IBGE, 2017). Além do não cumprimento do prazo de elaboração da PMGRIS, a PNRS

ainda sofreu uma nova alteração, com a Lei Federal 14.026 de 2020, que prorroga a data limite tanto da implementação de uma destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, quanto da elaboração do PMGIRS pelos municípios, ações essas instituídas pela PNRS em 2010 (BRASIL, 2020).

Ainda em relação a seus documentos e diretrizes, a PNRS também apresenta um direcionamento sobre quem deve ser responsabilizado. Ao considerar os recursos escassos e as possibilidades de disposição final limitadas, espacial ou tecnologicamente falando, a PNRS eleva a responsabilidade sobre a destinação final dos resíduos sólidos aos geradores, como as empresas da construção civil, as indústrias e os hospitais (BRASIL, 2010). Além das pessoas jurídicas, a sociedade também pode ser vista como responsável pela destinação e geração dos resíduos, pois ela é capaz de articular mudanças de hábitos de consumo e de descarte (BARROS JR et al., 2003). Por isso, é importante destacar que o cumprimento dos termos da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 é tanto para pessoas físicas como para pessoas jurídicas, como indica o art. 1º em seu § 1º:

Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis direta ou indiretamente pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento dos resíduos sólidos. (BRASIL, 2010).

Ademais, a lei em questão traz a educação ambiental, a coleta seletiva, os planos de resíduos sólidos, o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas, além de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis como instrumentos da PNRS para uma disposição final adequada (BRASIL, 2010). Das diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos, os instrumentos e a gestão devem incentivar programas e ações na seguinte ordem de prioridade: não-geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada, conforme disposto no Art. 9º e na ilustração da Figura 1.

Figura 1 – Hierarquia preconizada para a gestão de resíduos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota: Adaptado de PNRS (2010).

Entre os planos de gestão, a PNRS cita: o plano nacional de resíduos sólidos, bem como os planos de resíduos sólidos estaduais, microrregionais, municipais, intermunicipais, e de regiões metropolitanas ou de aglomerações urbanas. A PNRS preconiza, ainda, a elaboração dos planos de gerenciamento de resíduos aos grandes geradores e aos geradores de resíduos perigosos (BRASIL, 2010).

Com isso, a PNRS coloca sob responsabilidade dos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seu território, sem prejuízo aos órgãos de fiscalização, da mesma forma que admite a reponsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos (BRASIL, 2010). A PNRS (BRASIL, 2010) ainda estipula o dever dos Estados e Municípios em manter atualizados os dados fornecidos ao Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), de forma conjunta e em articulação com o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SINISA) e o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA), um artifício indispensável para propor melhorias na gestão dos RSU no Brasil (ISLU, 2018).

A PNRS ainda estipulou que municípios com PMGIRS poderiam ter acesso aos recursos da União ou por ela controlados, como aborda o Artigo 18. Os recursos são destinados à empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). É indicado que a coleta seletiva seja feita com a participação de cooperativas, ou com outros tipos de associações de catadores de materiais recicláveis. Nesses casos, a necessidade de licitação é dispensável, pois tais organizações são formadas por pessoas físicas de baixa renda. (BRASIL, 2010).

As análises dos PMGIRS de municípios do Nordeste brasileiro, apresentados por Costa e Dias (2019), mostram que grande parte das iniciativas de coleta seletiva são feitas por catadores. Ainda, Azevedo et al. (2019) afirma que países em desenvolvimento, como o Brasil, precisam resolver questões sociais para solucionar problemas ambientais associados à gestão dos RSU. Assim, a integração e o apoio do governo, das indústrias e da comunidade local para o desenvolvimento de pactos ambientais são ações necessárias.

Ainda, as disposições sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos pretendem estimular o mercado a adotar práticas sustentáveis de produção e consumo. Mas quem cumpre o papel de garantir a adoção das disposições nos processos de gestão empresarial e mercadológico são os agentes econômicos (BRASIL, 2010). Dentro desta lógica, o Art. 33 ressalta que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de certos produtos são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa (LR), por meio do retorno dos produtos após o uso pelo consumidor. Isso deve ser feito de forma independente do serviço de limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). A PNRS (BRASIL, 2010) destaca os tipos de resíduos com LR obrigatória, são eles:

I - Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem constitua resíduo perigoso após o uso. Nesses casos, é necessário observar as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei, no regulamento, ou em normas estabelecidas pelos órgãos como o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), ou mesmo em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio, mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes;

VII – medicamentos, seus resíduos e embalagens;

VIII – embalagens de aço;

IX – latas de alumínio para bebidas;

X – embalagens em geral.

Nesse sentido, a logística reversa e a responsabilidade compartilhada são princípios inovadores trazidos pela PNRS que, combinados com a educação ambiental, podem proporcionar mudanças sociais significativas (REIGOTA, 2010). Ou seja, a partir de uma abordagem analítica do ciclo de vida dos resíduos em países em desenvolvimento, Ikhlayel (2018) ressalta que as nações serão beneficiadas se implementarem modelos alternativos de gestão de resíduos sólidos e se integrarem os trabalhadores informais na coleta seletiva.

3.3 ATUALIZAÇÃO DO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO E DA PNRS, LEI 14.026 DE 15 DE JULHO DE 2020

A Lei 14.026 de 2020 atribui à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico e medidas de fiscalização, a fim de promover melhorias nas condições estruturais do saneamento básico no País (BRASIL, 2020). A ANA ainda redefine prazos para a disposição final de forma ambientalmente adequada dos rejeitos, estendendo suas medidas para o âmbito regional, e autoriza a União a participar de fundos financeiros, com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados na área de saneamento básico (BRASIL, 2020).

Ademais, a ANA traz alterações para a PNRS, contido no Art. 9º, que posterga a data limite para o fim dos lixões com a implementação de uma destinação final ambientalmente adequada para os rejeitos, como mostra a Figura 3. Essa regra só não abrange os Municípios que, até essa data, tenham elaborado um plano de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS). Os prazos descritos na Figura 3 precisam ser atendidos para que os municípios tenham, ou continuem tendo, acesso a recursos, incentivos ou financiamentos da União na área dos resíduos sólidos, o que pode viabilizar a elaboração de um plano (BRASIL, 2010).

Acerca das modificações feitas na PNRS, a periodicidade da revisão do PMGIRS passou a ter um período máximo de 10 anos (BRASIL, 2020). A lei também altera o Art. 54, e define que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até dia 31 de dezembro de 2020. No entanto, têm o prazo progressivo aqueles Municípios que, até essa data, tenham elaborado algum plano de gestão integrada de resíduos sólidos e os que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira. A periodicidade

também muda de acordo com o porte de cada Município., (BRASIL, 2020). No Quadro 2, as novas datas-limite para o fim dos lixões no Brasil.

Quadro 2 – Data limite para o fim dos lixões (BRASIL, 2020)

Data limite para o fim dos lixões	
Para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais.	2 de agosto de 2021
Para municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e para Municípios cuja mancha urbana municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes.	2 de agosto de 2022
Para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010;	2 de agosto de 2023
Para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.	2 de agosto de 2024
Nos casos em que a disposição de rejeitos em aterros sanitários for economicamente inviável, poderão ser adotadas outras soluções, observadas normas técnicas e operacionais estabelecidas pelo órgão competente, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota: Adaptado de BRASIL (2020).

Apesar dos esforços e dos aparatos legais para incentivar a elaboração dos PMGIRS, e quase dez anos depois, apenas 54,8% dos municípios do Brasil possuem um PMGIRS (IBGE, 2017). Ou seja, um pouco mais da metade dos municípios tem um plano para seus resíduos sólidos. Dos 5.570 municípios brasileiros, 3.001 despejam seus resíduos em locais inadequados, resultando em 29,5 milhões de toneladas de RSU em lixões ou aterros irregulares (ABRELPE, 2019).

A lei incumbe à ANA promover a capacitação de recursos humanos para a regulação adequada e eficiente do setor de saneamento básico, incluindo a articulação entre os Planos Nacionais de Saneamento Básico, de Resíduos Sólidos e o de Recursos Hídricos (BRASIL, 2020). A ANA ainda tem o dever de acompanhar e fiscalizar o desenvolvimento de serviços públicos de saneamento básico, com o objetivo de viabilizar o acesso aos recursos públicos federais ou a contratação de financiamentos com recursos da União. Essas deliberações têm o objetivo de aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no país (BRASIL, 2020).

A lei ajudou a criar medidas de regularização e fiscalização, padrões de qualidade e eficiência, na manutenção e na operação dos sistemas de saneamento básico a fim de alcançar a universalização do saneamento básico (BRASIL, 2020). Também foram detalhadas metas de qualidade, eficiência e a ampliação da cobertura dos serviços, bem como especificação dos riscos e dos mecanismos de manutenção em prol do equilíbrio econômico-financeiro (BRASIL, 2020). Criar maneiras de alcançar a universalização do acesso ao saneamento básico, a efetiva prestação de serviço pelo poder público, a integralidade entre as atividades e componentes dos diversos serviços de saneamento é de suma importância, pois significa defender o direito da população à qualidade de vida (BRASIL, 2020).

A lei também indica as atividades dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Esses serviços são constituídos por atividades como: transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem e tratamento, inclusive por compostagem, e destinação final dos resíduos domésticos originários de limpeza urbana, comercial, industrial e de serviços. Todas as atividades enumeradas fazem parte dos serviços públicos de limpeza urbana, desde que os resíduos descartados não sejam responsabilidade de seu gerador (BRASIL 2020). Os serviços e atividades precisam de fiscalização para uma maior eficiência e, com base nisso, uma das ações de fiscalização é a implementação do sistema de informação sobre os serviços públicos de saneamento básico. As informações desse sistema alimentam os bancos de dados do SINISA, SINIR e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Dessa maneira, a possibilidade de articulação entre os sistemas auxiliaria a população e os pesquisadores a fiscalizar e analisar os dados armazenados (BRASIL, 2020).

Dentro dos parâmetros da sustentabilidade econômico-financeira, a Lei indica que os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos terão remuneração pela cobrança dos serviços na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos a serem pagos pela população (BRASIL, 2020). Para a cobrança, considerar-se-á a renda da população da área atendida, de forma isolada ou combinada, e ainda as características dos lotes, observando as áreas edificáveis, o consumo de água e a frequência de coleta do local (BRASIL, 2020).

Já o licenciamento ambiental dos serviços de manejo dos resíduos sólidos deve considerar os requisitos de eficácia e eficiência a fim de alcançar progressivamente os padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Em favor desses requisitos, deve-

se ponderar sobre a capacidade de pagamento das populações e usuários envolvidos (BRASIL, 2020). Também é importante enfatizar que a autoridade ambiental irá assegurar, prioritariamente, procedimentos simplificados de licenciamento para as atividades incluídas na gestão do saneamento básico.

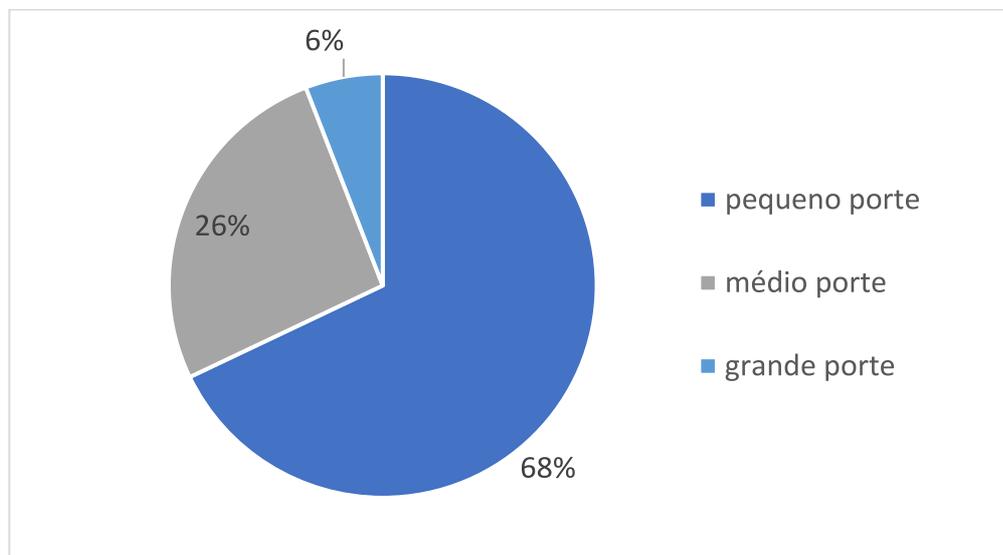
3.4 A GESTÃO DOS RSU EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

Nos últimos 50 anos, o Brasil experimentou um crescimento excessivo de suas cidades, o que conseqüentemente ampliou seus problemas, uma vez que não há infraestrutura suficientes, ou perspectivas de desenvolvimento (CORBELLA, et al, 2011). Atualmente, ao passo que se discute muito sobre a gestão e o planejamento sustentável das cidades de grande porte, subestima-se a relevância das problemáticas que envolvem as pequenas cidades (ENDLICH, 2006).

O IBGE (2018) destacou que os municípios brasileiros com maior porte populacional são os que possuem mais instrumentos de gestão, até mesmo pela dimensão dos seus problemas. O estudo ressalta, ainda, a necessidade em se discutir e ampliar a regulação urbana nos demais municípios, os que possuem um número menor de habitantes, pois nessas localidades ainda não existe uma gestão bem estruturada (IBGE, 2018).

No presente estudo, os municípios serão classificados quanto ao porte populacional: pequeno, médio e grande. Com base na classificação do IBGE (2019) as cidades que possuem uma faixa populacional de até 20.000 habitantes são consideradas pequenas; as cidades que têm uma quantidade de habitantes na faixa dos 20.001 a 100.000 habitantes são consideradas médias, e acima dos 100.001 habitantes, as cidades são grandes (IBGE, 2019). Na Figura 2, o valor em porcentagem de cada porte dos municípios existentes no cenário brasileiro.

Figura 2 – Porcentagem de municípios brasileiros com pequeno, médio e grande porte (IBGE, 2020)



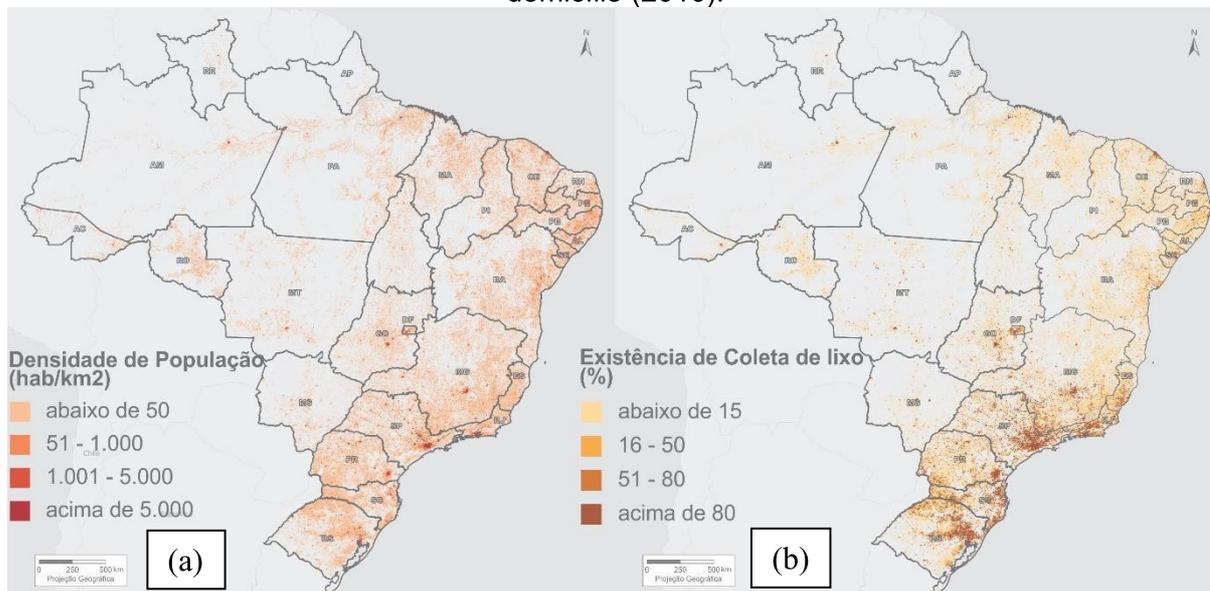
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota: Adaptado do IBGE (2020).

No Brasil, é de suma importância evidenciar as questões que envolvem a gestão de pequenos municípios, uma vez que 68% das cidades possuem uma população menor do que 20.000 habitantes, ou seja, 3.782 cidades são consideradas de pequeno porte. (IBGE, 2020). Em sua maioria, os municípios de pequeno porte possuem uma alta evasão populacional. Segundo Endlich (2006) Isso ocorre porque parte da população busca os benefícios da urbanização nas grandes cidades, já que os municípios de origem possuem baixa qualidade e poucas perspectivas de vida.

Segundo Bianco (2018), os municípios de pequeno porte possuem dificuldades em manter os custos do gerenciamento dos RSU devido à falta de recursos específicos de arrecadação, que é destinada para o gerenciamento dos resíduos. Como podemos ver na Figura 2, existe uma maior proporção de coleta de resíduos em locais com uma maior densidade populacional, onde a geração de resíduos é muito maior e, teoricamente, mais problemática. Na Figura 3, as duas Figuras, “a” e “b”, mostram a densidade populacional e a existência de coleta de resíduos em domicílio, respectivamente.

Figura 3 – (a) Mapa Demográfico do Brasil com a densidade da população; (b) Mapa Demográfico do Brasil com a taxa, em porcentagem, da existência de coleta de resíduos em domicílio (2010).



Fonte: IBGE (2010).

Ainda, sobre a adoção de políticas e instrumentos de gestão dos RSU presentes na PNRS, por municípios de pequeno porte, os dados presentes no documento Perfil dos Municípios Brasileiros (IBGE, 2017) mostram que é diretamente proporcional o número de habitantes em relação à quantidade de municípios que possuem PMGIRS no Brasil (IBGE, 2017). Segundo o Perfil dos Municípios Brasileiros (IBGE, 2017), quase metade dos municípios brasileiros não havia elaborado o PMGIRS, o que representa 45,4% das municipalidades sem o plano. Já entre os PMGIRS elaborados, apenas 49,1% dos planos pertenciam às cidades de pequeno porte (IBGE, 2017).

Considerando a grande massa de municípios de pequeno porte que formam o Brasil, os dados apresentados acima destacam a importância de se discutir a gestão dos RSU em pequenas cidades, principalmente ao considerar a baixa adesão ao plano pelas prefeituras. No cenário nacional, cidades de pequeno porte possuem limitações que podem comprometer a elaboração de medidas legais que sustentem uma boa qualidade de vida, entretanto a reduzida quantidade de habitantes e, também, de infraestrutura, facilita a gestão pública e aumenta o controle social sobre o poder público (CORBELLA, et al, 2011).

Entender os problemas e as potencialidades de cada município é de suma importância para se obter uma gestão direcionada e eficiente dos RSU, que preze

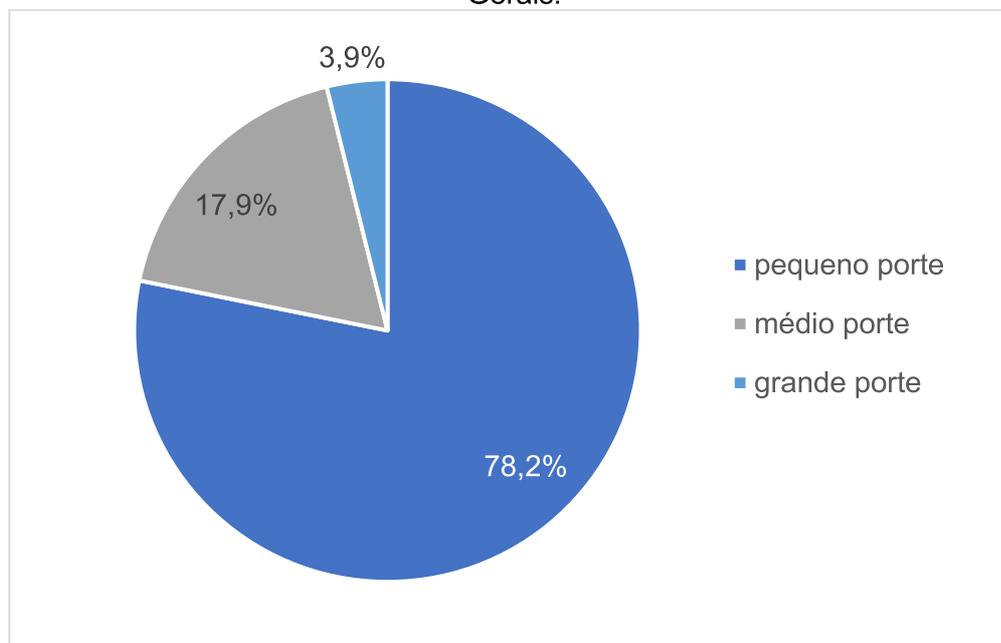
ainda pela integração com a participação da população como a principal aliada (PNRS, 2010). Os gestores em municípios de pequeno porte dispõem de recursos financeiros e estruturais limitados, entretanto podem encontrar grande potencial de desenvolvimento quando envolvem a comunidade em campanhas participativas e educacionais (STEPHAN; SOUZA MARIA, 2015).

A PNRS diz que municípios com porte reduzido podem constituir consórcios regionais com outros municípios para a elaboração do seu PMGIRS, otimizando o uso de recursos públicos e áreas de disposição final (BRASIL, 2010). Contudo, quando Silveira e Philippi (2008) analisaram os consórcios públicos no Brasil, eles destacaram que há uma grande dificuldade em envolver a população nos processos participativos, o que dificulta a fiscalização de ações adotadas por cada município (SILVEIRA; PHILIPPI, 2008).

Como dito anteriormente, no que tange a gestão dos municípios brasileiros, o principal instrumento de gestão dos RSU é o PMGIRS, devido a sua capacidade de abordar com maior propriedade as questões, especificidades e particularidades dos municípios na gestão de RSU, além de adequar metas e objetivos em escala macro, apresentadas nos planos estadual e nacional, à realidade local. Segundo Silva et al. (2019), as promulgações legais que definem a PNRS não bastam para que os princípios e objetivos sejam cumpridos em acordo com a realidade de cada município, logo a gestão dos RSU demanda uma ação integrada entre diversos atores e variáveis da cadeia, levando em consideração as especificações de cada região e de sua população.

O Brasil possui uma imensa diversidade social e ambiental, o que intensifica a necessidade de um plano direcionado às necessidades do local. Com seus 26 estados e o Distrito Federal, o Brasil possui um total de 5.570 municípios, segundo o IBGE (2020). Apenas o estado de Minas Gerais (MG) comporta 15,5% do total de municípios, a maior quantidade em escala nacional (IBGE, 2020). Desse total de 853 municípios mineiros, 78,2% são classificados como municípios de pequeno porte, ou seja, são 667 municípios com uma população menor que 20.000 habitantes (IBGE, 2020). Na Figura 4, a representatividade de cada porte de município no estado de Minas Gerais.

Figura 4 – Representatividade dos municípios de pequeno, médio e grande porte em Minas Gerais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

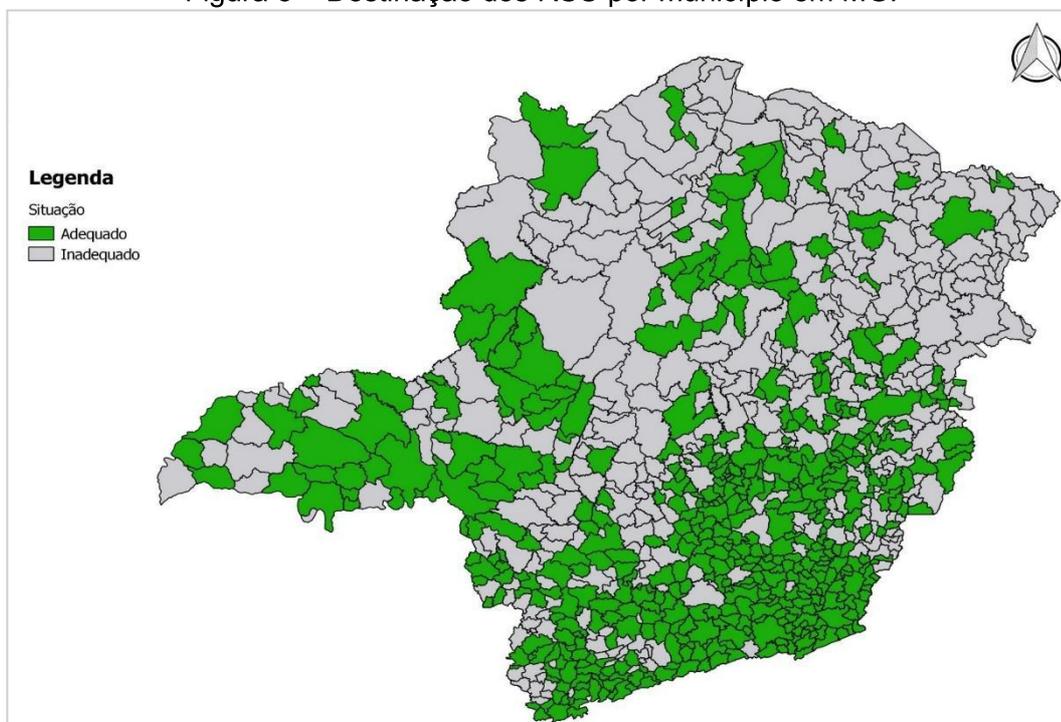
Nota: Adaptado do IBGE (2020).

Sobre a gestão dos RSU em Minas Gerais, o estado foi precursor ao instituir a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), Lei nº 18.031 de 2009, que é anterior a PNRS (2010). Entretanto, muitos dos preceitos, definições e diretrizes do PERS foram ratificados pelo que estabelece essa Lei Federal. Desde 2003, o estado possui o Programa Minas Sem Lixões (PMSL), que atua com o objetivo de melhorar a destinação final dos RSU e diminuir os problemas de poluição do meio ambiente e de proliferação de vetores de doenças. Problemas esses que ocorrem quando a disposição é inadequada (FEAM, 2019).

Dados apresentados pelo PMSL no documento intitulado “Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de Minas Gerais em 2018”, publicado pela FEAM (2019), mostram a evolução da destinação de RSU em municípios mineiros. Eles evidenciam que, desde 2001, o número de destinações irregulares vem diminuindo; mesmo assim, em 2019, 10 anos depois da PNRS, as destinações irregulares ainda representavam uma fração de 70,25% dos municípios (FEAM, 2019). Somente em 2018, o número de municípios que adotaram soluções adequadas para a destinação dos RSU superou o número dos inadimplentes, com 386 irregulares, 391 regulares e 76 não regularizados. Na Figura 5, apresenta-se os tipos de destinação por município no estado de MG, categorizando-as em adequada

ou inadequada. A destinação do tipo inadequada compreende os municípios que ainda possuem lixões.

Figura 5 – Destinação dos RSU por município em MG.



Fonte: FEAM (2019).

Comparando a Figura 5 acima com a Figura 3 (a), que representa a densidade demográfica do estado de MG, constata-se que os municípios com destinação inadequada estão localizados nas regiões com menor densidade demográfica. Sobre essa disposição dos municípios de Minas Gerais, a FEAM (2015, p. 50) diz que:

o grande número de municípios com população menor que 20.000 evidencia a necessidade e dificuldade de adoção de medidas para regularização da gestão dos RSU, considerando as prioridades no orçamento municipal.

Além dos problemas de orçamento público municipal, a pesquisa “Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores” de Lisboa et al. (2013), que foi realizada com gestores de municípios mineiros de pequeno porte, identificou que as principais dificuldades na elaboração de um plano de saneamento são: a indisponibilidade de recursos financeiros e a limitação quanto à qualificação profissional e à capacidade técnica.

Nos anos de 2014 e 2016, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) fez visitas a 228 municípios mineiros que têm alguma iniciativa de coleta seletiva. Nessa pesquisa, a FEAM (2018) demonstrou que os municípios com população inferior a 20.000 habitantes possuem 37,4% de todas as Unidades de Triagem e Compostagem (FEAM, 2018). Além disso, dos 228 municípios mineiros que possuem alguma iniciativa de coleta seletiva, 55,3% são de pequeno porte e, desses, 17,26% ainda possuem como destinação final lixões, e 20,1% têm aterros controlados. Ou seja, a FEAM mostra que há relação entre o porte do município e a tipologia de destinação.

3.5 A IMPORTÂNCIA DA ETAPA DE DIAGNÓSTICO DOS RSU PARA O PMGIRS

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 para otimizar sua implantação, mas, ao apresentar o resultado, complementam-se em um único documento (AGEVAP, 2014).

Como dito, o PMGIRS, segundo o Manual de Referência da AGEVAP (2014), além de contar com a participação social, possui etapas de legislação, de caracterização e de diagnóstico, que resultam em um prognóstico elaborado. Ainda de acordo com o Manual, sete (7) produtos constituem as etapas de elaboração:

Produto 1 - Levantamento da legislação municipal e decretos que regularizam o gerenciamento dos resíduos sólidos, educação ambiental e saneamento básico, bem como sua integração com as legislações estaduais e federais.

Produto 2 - Caracterização municipal: apresenta dados geográficos, socioeconômicos, ambientais, culturais e demais características relevantes para a gestão dos resíduos no município.

Produto 3 - Diagnóstico municipal participativo: faz o diagnóstico dos resíduos sólidos e critérios primários a serem incorporados pelos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, além de fazer cálculos de custos. Este produto é elaborado em conjunto com a população, por meio de oficinas com questionários de satisfação.

Produto 4 - Prognóstico do município: cria metas, programas e ações que buscam melhorar a política de gestão dos resíduos sólidos municipais por meio da educação ambiental, redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem. Ele também

indica os passivos ambientais e suas medidas saneadoras, e ações de emergência e contingência relacionadas aos resíduos sólidos.

Produto 5 - Versão preliminar do PMGIRS: apresenta os dados das versões anteriores, em conjunto com o diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos. Para consulta pública, o produto ficará disponível no site do município por um prazo de 30 dias.

Produto 6 – Versão Final do PMGIRS: traz as modificações feitas para atender às demandas colocadas na etapa anterior pela população, junto ao material relativo à “legislação preliminar”, ambos anteriormente aprovados por consulta pública.

Produto 7 - Relatório síntese do PMGIRS: define o plano de investimentos, mas seu objetivo principal é apresentar o material do PMGIRS de forma reduzida para atender consultas rápidas às proposições finais e demais assuntos presentes no plano.

O PMGIRS, em suma, procura estabelecer compatibilidade entre as políticas municipais destinadas aos RSU, através da integração entre políticas públicas e comunidade, resultando em ações mais eficientes e sustentáveis, ao atender às demandas municipais (BERTICELLI; KORF, 2016). Durante a elaboração do PMGIRS, deve-se dar a mesma importância entre as etapas, mas ao se tratar do gerenciamento dos resíduos de um município específico, com características específicas, a etapa de caracterização dos RSU é indispensável para propor estratégias de destinação final adequadas (FERNANDO; LIMA, 2012).

Segundo Feitosa et al. (2018), é um consenso entre os pesquisadores que, para avaliar as estratégias de gestão de resíduos e para tomar decisões mais assertivas, é necessário analisar as características dos RSU. Dessa forma, realiza-se o estudo de caracterização gravimétrica para 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).

A caracterização gravimétrica é uma ferramenta simples, mas de extrema importância, pois fornece também uma base para implantar ações de gestão que priorizem a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos. As medidas são impossíveis de se obter sem mensurar a produção dos resíduos por cada município (ALKMIN; RIBEIRO JUNIOR, 2017). Assim, a caracterização gravimétrica dos RSU é uma metodologia eficiente para compreender resíduos gerados em diferentes situações (FEITOSA et al., 2018).

Destaca-se ainda, conforme a ABRELPE (2019), que as características locais e as maneiras de descarte da população influenciam diretamente a geração dos resíduos e seus aspectos. Em vista da grande diversidade socioeconômica dos municípios brasileiros, de fato a análise qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos gerados resultam em amostras únicas para cada caso (MONTEIRO et al., 2001)

Além disso, 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.

Os resultados da caracterização gravimétrica de um município com um pouco mais de 20.000 habitantes, analisados por Ferreira et al. (2018), apresentam um alto nível de resíduos orgânicos, 62 %, e evidenciam a compostagem como um recurso em potencial. O estudo ainda destaca que com a implementação da compostagem associada à coleta seletiva dos resíduos potencialmente recicláveis, a vida útil do aterro seria prolongada em mais 24 anos, visto que, nesta configuração, apenas rejeitos seriam destinados para o aterro (FERREIRA et al., 2018).

Já o estudo feito por Araújo et al. (2018) apresenta a caracterização gravimétrica dos RSU em um município com menos de 7.000 habitantes, com uma quantidade de quase 55% de materiais recicláveis, mais que a média nacional. Ademais, o estudo destaca que a geração *per capita* dos resíduos sólidos do município é elevada em comparação com outros do mesmo porte (ARAÚJO et al., 2018).

Um estudo realizado em um pequeno município do interior de Minas Gerais destacou que a análise da caracterização gravimétrica possibilitou a distinção entre os resíduos domésticos e os comerciais, e permitiu identificar os geradores e suas respectivas responsabilidades sobre tais resíduos (SOARES, 2014). O estudo feito por Soares (2014) também ressalta o grande número de resíduos recicláveis que não foram destinados à coleta seletiva pelos moradores, o que o fez identificar que há uma falta de adesão ao programa nesse município (SOARES, 2014).

É possível relacionar dados da composição dos resíduos com aspectos sociais e identificar potencialidades e fraquezas no processo de adesão dos habitantes à coleta seletiva no município (SOARES, 2014). É necessário que a população esteja

aberta a aceitar modificações na forma de descartar os resíduos em prol da coleta seletiva, por meio de ações de educação ambiental (BARBOSA FILHO; 2014)

Ao mensurar os diferentes materiais presentes na composição de resíduos gerados por um município, é possível prever qual resultado financeiro poderia se obter com a comercialização dos materiais recicláveis. Essa medida iria proporcionar a criação e manutenção de cooperativas, a regularização dos catadores e a geração de emprego, melhorando a qualidade de trabalho dos catadores e do meio ambiente (LIMA et al., 2018). Segundo Silva et al. (2019), apesar da PNRS institucionalizar os catadores de materiais recicláveis, eles ainda são vistos como um problema. Os catadores são parte fundamental para que se organize a cadeia de resíduos, pois eles geram valor e ajudam a minimizar os impactos ambientais, o que aumenta os benefícios sociais.

Comercializar os resíduos sólidos recicláveis coletados nos municípios brasileiros é uma alternativa para vencer a barreira financeira, uma das principais barreiras no Brasil, como ressalta Gonçalves et al. (2018). Assim como Silva et al. (2019), Gonçalves et al. (2018) também destaca problemas como a falta de infraestrutura adequada, de planejamento e de dados quantitativos e qualitativos dos resíduos gerados. Para ele, precisa-se, ainda, definir as responsabilidades de cada agente envolvido no processo.

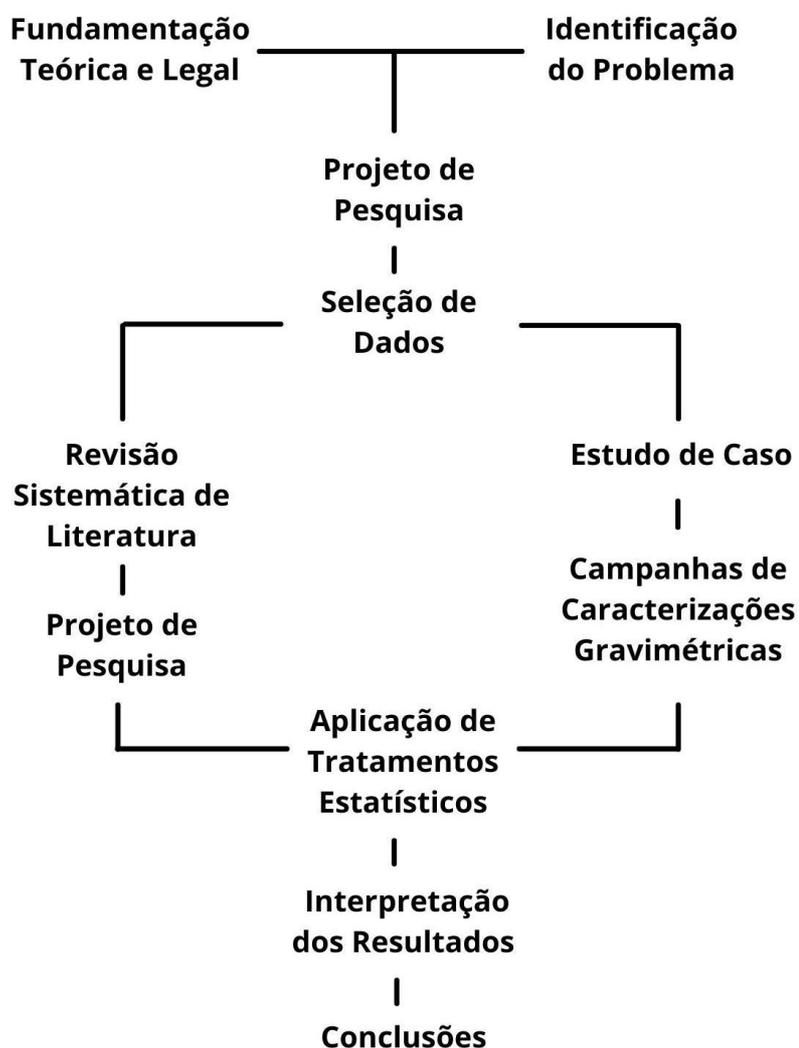
O estudo feito por Soares e Madureira (2018) também ressalta que otimizar os custos, apostando em métodos eficientes de manejo dos resíduos sólidos, pode ser o caminho. Para a otimização ocorrer, deve-se criar parcerias e incluir novas tecnologias que facilitem as ações políticas de gestão nos municípios e, em especial, para aqueles habitantes que dispõem de menos recursos. O estudo afirma ainda que sem a participação popular e sem a presença de políticas públicas baseadas em pesquisas que garantam um bom desempenho, por meio da análise de dados e da construção da própria política, diminui consideravelmente as chances de sucesso (SOARES; MADUREIRA, 2018).

Segundo as políticas mais recentes em gestão de resíduos no Brasil, os produtos descartados são vistos com potencial econômico e social, gerando renda através da reciclagem e reutilização (ARANTES; PEREIRA, 2021). Ao analisar tais condições aqui supracitadas, a etapa de diagnóstico e reconhecimento dos resíduos produzidos nos municípios é importante para a elaboração de um PMGIRS de qualidade que utilize a caracterização gravimétrica dos RSU.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico, expõem-se os materiais e métodos utilizados nas etapas de pesquisa com base na Revisão Sistemática de Literatura, da caracterização gravimétrica dos RSU do município de estudo e do tratamento estatístico. Em relação à organização, a Figura 6 apresenta o fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa:

Figura 6 – Fluxograma das etapas metodológicas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.1 METODOLOGIA DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA (RSL)

A pesquisa bibliográfica em questão foi realizada em abril de 2021 e teve como base as diretrizes PRISMA para revisões sistemáticas (MOHER, et al.; PRISMA et al., 2009). O intuito foi abordar análises quantitativas de estudos de caracterização gravimétrica dos RSU em municípios brasileiros. Em um primeiro momento, descreve-se as estratégias de busca e o processo de triagem; em seguida, a extração de dados e os critérios de análise para a revisão sistemática de literatura (RSL). Os estudos selecionados foram submetidos a uma análise bibliométrica, em que foram categorizados conforme seus conteúdos e contextos.

Optou-se por fazer as buscas da RSL em bancos de dados nacionais com a intenção de restringi-las a um mesmo contexto, considerando que o foco da pesquisa é analisar municípios de pequeno porte no cenário brasileiro. Assim, as bases de busca foram: o Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), o Google Acadêmico e o Google, para encontrar arquivos de PMGIRS, e artigos técnicos disponibilizados on-line. O Quadro 3 traz as etapas de inclusão e exclusão dos estudos encontrados:

Quadro 3 – Estratégia de busca da RSL

ESTRATÉGIA DE BUSCA RSL			
Locais de buscas	Plataforma CAPES	Google acadêmico	Google
Termos de busca	1ª busca: “resíduos sólidos urbanos” e “caracterização gravimétrica”; 2ª busca: “gestão integrada de resíduos sólidos urbanos”; 3ª busca: plano de gestão integrada de resíduos sólidos” e “PMGIRS”; 4ª busca “PGIRS”; 5ª busca “resíduos sólidos” e “gravimetria”	“Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos”	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
Estudos identificado	104	42	38
Estudos excluídos	91	23	6
Estudos selecionados	13	19	32
Total	64		

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No portal de periódicos da CAPES, utilizou-se a opção de “Busca avançada” configurada para buscar as palavras-chaves em “termos exatos” e “encontrados em qualquer outra parte do estudo”; as palavras-chaves estão representadas na Figura 9. Já no Google Acadêmico, a busca foi feita a partir do objetivo direto desta RSL com a finalidade de afunilar os resultados. No Google, buscou-se por “Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos”, a fim de localizar arquivos em sites de prefeituras e em sites de empresas que prestam esse tipo de serviço. Como resultado da primeira etapa de busca, foram identificados 184 estudos no total: 104 no portal de periódicos da CAPES, 42 no Google acadêmico e 38 em buscas no Google.

Depois de encontrar os estudos, utilizou-se critérios de exclusão para os estudos internacionais, os repetidos, e os que não apresentaram dados qualitativos e quantitativos de caracterizações gravimétricas dos RSU em municípios brasileiros.

Dentre os estudos localizados na Plataforma de periódicos da CAPES, foram excluídos 27 estudos internacionais, 22 repetidos, e 42 que não apresentaram estudos de caracterizações gravimétricas dos RSU. Já no Google Acadêmico, na primeira etapa, foram excluídos 9 estudos repetidos e 14 que não dispunham de estudos de caracterização gravimétrica dos RSU municipais. As buscas do Google foram direcionadas aos PMGIRS, em que, dos estudos selecionados, 6 foram excluídos por não apresentarem nenhum estudo gravimétrico dos RSU municipais.

Como resultado, foram encontrados um total de 64 estudos (apêndice A), entre eles: 25 artigos técnicos, 7 dissertações, 29 PMGIRS e 3 PMGIRS Consorciados (plano entre dois ou mais Municípios). Os trabalhos incluídos foram submetidos a uma análise bibliométrica, na qual se buscou ressaltar a periodicidade e o tipo de publicações ao longo dos anos, além de considerar a localização de cada Município abordado, com o objetivo de traçar um panorama de estudos com caracterizações gravimétricas dos RSU no cenário brasileiro.

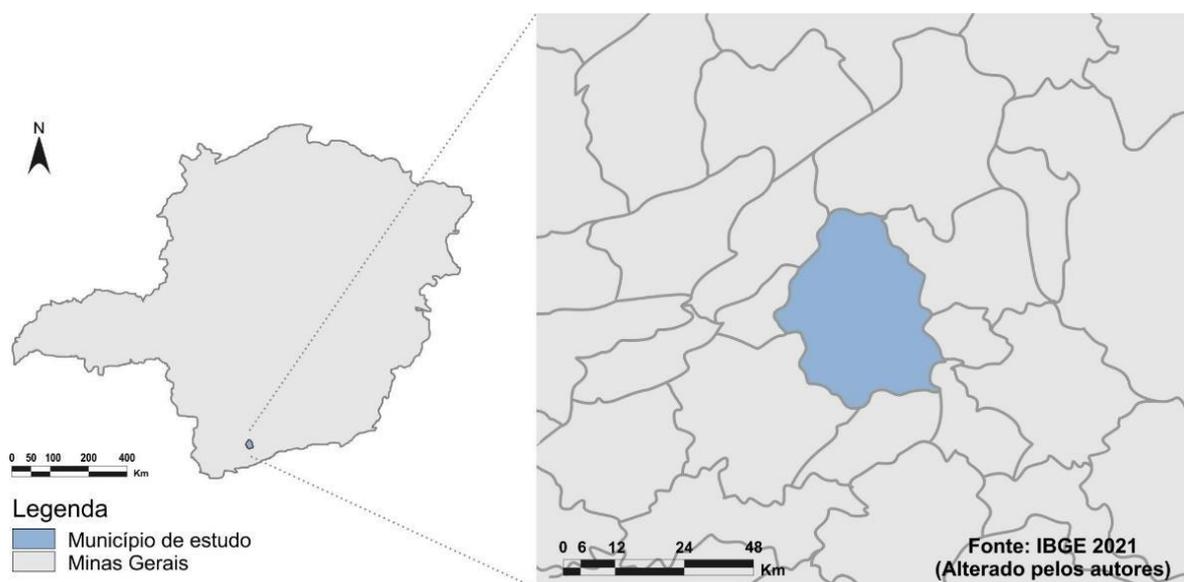
4.2 METODOLOGIA DA ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

4.2.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município pertence ao estado de Minas Gerais e se situa no Sul de Minas Gerais. Ele também faz parte da região da Serra da Mantiqueira, e possui, devido a sua localização privilegiada, condições topográficas e climatológicas que garantem uma produção de café de altíssima qualidade (SOBRINHO; GUEDES, 2020). Além disso, a cidade faz parte da Rota do Café Especial.

Ainda em relação às características, o município possui área territorial de 322,285 km² e população de 14.859 habitantes, segundo estimativas do IBGE (2020). Destes 14.859 habitantes 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 7, encontra-se indicada a localização do município no estado de MG.

Figura 7 – Localização do município de estudo em MG.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota: Adaptado de IBGE (2021).

De acordo com o IBGE (2010), o município contava, na data do estudo, com 3.900 domicílios particulares permanentes, sendo 2.942 localizados na área urbana e 958 na área rural. No mesmo estudo, constatou-se que 75,7% das residências tinham esgotamento sanitário adequado, ou seja, as moradias dispunham de coleta de esgoto

ou de uso de fossa séptica. Esse dado colocou o município analisado, em relação às demais cidades mineiras, na 268ª posição na escala medidora de residências que possuem esgotamento sanitário (IBGE, 2010).

Durante as buscas por informações sobre os RSU no município estudado, o banco de dados do SINIR foi consultado e optou-se por utilizar as informações sobre os Resíduos Sólidos do SNIS do ano de 2019, pois foi a última atualização de dados no sistema.

No ano de 2010, o município de estudo apresentava uma cobertura de 98,69% da população atendida pela coleta de resíduos sólidos (IBGE, 2010). Entretanto, dados do SNIS (2019) mostram que a coleta seletiva atende apenas 74,10% da população total. Segundo o IBGE (2019), os serviços de coleta em domicílio atendem 84,4% das moradias brasileiras, porém o SNIS (2019) mostra que a taxa de cobertura da população urbana é de 98,77%. Assim, a diferença demonstra um possível déficit de atendimento à população rural, que representa 15,63% da população total (IBGE, 2010). Isso ocorre devido às distâncias, à dificuldade de acesso ou aos custos de coleta e transporte (SNIS, 2019). A falta de cobertura em regiões rurais, com menos de 30.000 habitantes, revela-se através de seus dados: apenas 75,4% dessas regiões tem coleta de resíduos (SNIS, 2019). A população rural representa 18,82% dos habitantes (IBGE, 2010).

Conforme o Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) era de 0,682 (médio). A dimensão que mais contribui para esse índice, no município, é a longevidade, com índice de 0,845; seguida de renda, com 0,668; e de educação, com 0,562 (IDH, 2010). Segundo dados do IBGE (2010) sobre os Municípios de pequeno porte em Minas Gerais, 60% possuíam um IDHM menor que 0,599 (baixo), e o percentual de extremamente pobres e pobres era de 2,32% e 14,55%, respectivamente, e 35,1% eram vulneráveis à pobreza. Quanto à escolaridade, os Municípios mineiros de pequeno porte tinham, no ano de 2010, 98,04% das crianças de 6 a 14 anos de idade frequentando a escola (IBGE, 2010).

Em 2000, o Município tinha 25,25% de sua população vivendo com renda domiciliar *per capita* inferior a R\$ 140,00, percentual que reduziu para 14,52% em 2010. O Produto Interno Bruto (PIB) apresentou tendência de crescimento de 2002 a 2017, passando de R\$ 43.539.050 para R\$ 184.675.431,00. Já o PIB *per capita*, que mostra o PIB dividido pelo número de habitantes, aumentou entre 2010 e 2018, de R\$

7.262,88 para R\$ 13.297,23. Nesse cenário, o município, em 2018, ocupava o 473º lugar entre os valores do PIB apresentados pelo IBGE (2010) para os Municípios de Minas Gerais (IBGE, 2020).

Dito isso, a cidade estudada é referência na produção de café de altíssima qualidade. Ela é especializada na produção da espécie *Coffea Arabica*, um tipo de café especial que ganhou destaque para o município, ao vencer o concurso *Cup of Excellence* em 2005 com a maior pontuação desde sua primeira edição no Brasil, em 1999 (SOBRINHO; GUEDES, 2020). Segundo dados do IBGE (2020), em 2018, o município produziu 5.400 t de grãos de café do tipo Arábica, e teve um rendimento médio de 1.560 kg/ha, mantendo uma constância semelhante à estadual, desde 2015, e se igualando em 2019.

O valor da produção no ano de 2018, segundo dados do IBGE (2020), foi de R\$43.680,00 (x1000), representando 22,25% do Produto Interno Bruto Municipal. Esse valor contribuiu para o valor elevado do PIB *per capita*. Dentre as atividades econômicas, a agropecuária supera as atividades industriais, reforçando o peso das atividades rurais para a economia local (IBGE, 2020).

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 (IAS, 2020). E 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 ou queimados na propriedade, ou enterrados ou coletados por serviço independente.

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. Ainda segundo dados do MUNIC (2017), o município tem participação em um consórcio de manejo de resíduos sólidos, contudo os dados apresentados pelo SNIS indicam que a prefeitura é responsável pelo gerenciamento, e tem um aterro controlado no município para destinação final destes resíduos (SNIS, 2019).

As divergências entre os dados apresentados evidenciam a dificuldade dos municípios em informar dados coerentes com a realidade atual em relação aos serviços públicos prestados à população. A dificuldade permanece apesar da

obrigatoriedade de implementar um sistema de informações sobre os serviços públicos de saneamento básico, articulando com o SINISA, o SINIR e o SINGREH, conforme a Lei 14.026 expressa (BRASIL, 2020). Ou seja, a lei instituída não garante que os sistemas apresentem dados verdadeiros. Assim, os gestores ficam com a responsabilidade de apresentar informações recentes e confiáveis para que se possa executar a prestação de serviço público inerente aos RSU de maneira eficiente, atendendo aos objetivos, instrumentos e planos de gestão integrada de resíduos (KLEIN et al., 2018).

Dados do SNIS (2019) mostram ainda que a massa de resíduos domiciliares e públicos coletados *per capita* em relação à população urbana atendida é de 0,63 kg/hab./dia. A média é inferior à do estado, de 0,84 kg/hab./dia, e à do país, de 0,98 kg/hab./dia. 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, mais da metade 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, uma vez que a maior parte das informações de massa coletadas é estimada, isto é, não é medida pelos responsáveis municipais, principalmente se forem municípios de pequeno porte (SNIS, 2019).

Como informado pelo SNIS (2019), a coleta seletiva recupera 14,06% do total de resíduos que o município produz, uma fração muito acima das que apresentam estado e país, que é de 3,91% e 3,62. Segundo dados do SNIS (2019), o município dispõe de aterro controlado como depósito final de RSU, sem nenhuma unidade de triagem, reciclagem ou compostagem. Além disso a prefeitura municipal é a responsável pelo manejo e disposição final dos RSU, por meio do Departamento Municipal de Obras e Serviços Urbanos. As informações obtidas pelo SNIS (2019) mostram que as operações do aterro se iniciaram em 2014, último ano estipulado pela PNRS para a elaboração do PMGIRS pelos municípios e para o fim dos lixões.

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 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 tipos de disposição final, pode se dar devido ao aumento do número de cidades de pequeno porte que enviaram suas informações ao SNIS em 2019.

Segundo dados do Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU, 2018), a pontuação final obtida pelo Município foi de 0,663, superior à pontuação média da região Sudeste de 0,640. O município ficou abaixo apenas da região Sul, que possui a maior pontuação do país, com 0,678. O ISLU (2018) ainda apresenta uma relação entre a média da pontuação dos municípios e seu número de habitantes, e afirma que aqueles com menos de 50 mil habitantes dispõem das menores notas, com 0,612, em 2018.

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.

4.2.2 CARACTERIZAÇÕES GRAVIMÉTRICAS

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. Assim, pode-se orientar a escolha de alternativas técnicas, estratégicas e operacionais para as atividades relacionadas à sua coleta, transporte, tratamento e disposição (BARROS, 2012).

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. Em busca disso, 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 no município de estudo. Optou-se por fazer todas as campanhas em uma quinta-feira e em datas bem distribuídas, levando em consideração a agenda do município e a sazonalidade do ano. Tiveram como base a metodologia adaptada da cartilha “Estudo Gravimétrico de Resíduos Sólidos Urbanos”, elaborada pela Feam (2019).

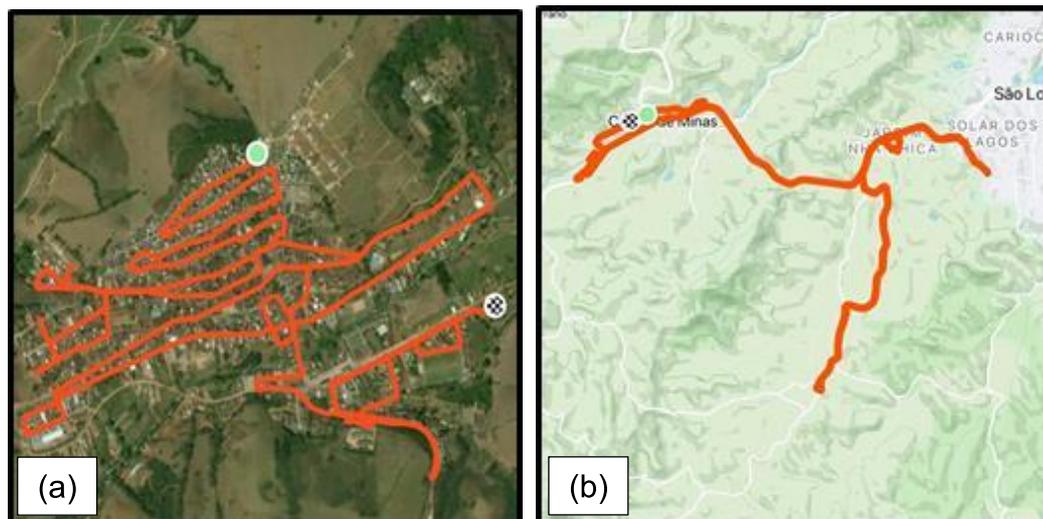
O estudo foi realizado por funcionários da prefeitura, com o suporte e acompanhamento do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFJF e dois alunos da graduação do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Também, realizou-se um treinamento com os agentes da coleta e os gestores que participaram das etapas da análise gravimétrica dos RSU no município. Nele, as classes de RSU e a metodologia a ser seguida nas etapas de triagem e pesagem foram apresentadas, com ênfase na identificação de cada categoria utilizada nos estudos gravimétricos.

4.2.3 AMOSTRAGEM

Para a amostragem durante as três campanhas, a coleta dos resíduos 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); os trajetos percorridos se encontram presentes nas Figuras 6a e 6b, respectivamente. As imagens foram feitas através de aplicativo de rastreamento Strava (2021), que mapeia o deslocamento do usuário.

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 fosse representativa e contemplasse todo itinerário e área do município. A Figura 8 apresenta o trajeto das coletas realizadas nas Zonas 1 e 2.

Figura 8 – Amostragem: (a) Zona 1; (b) Zona 2. Respectivamente



Fonte: Strava, (2021).

A massa média e o desvio padrão das amostras coletadas foram de $924,9 \text{ kg} \pm 209,02$. A massa média corresponde, à 13,06% da fração coletada diariamente para o Município, estimativa feita com os dados apresentados pelo SNIS (2019).

4.2.4 QUARTEAMENTO

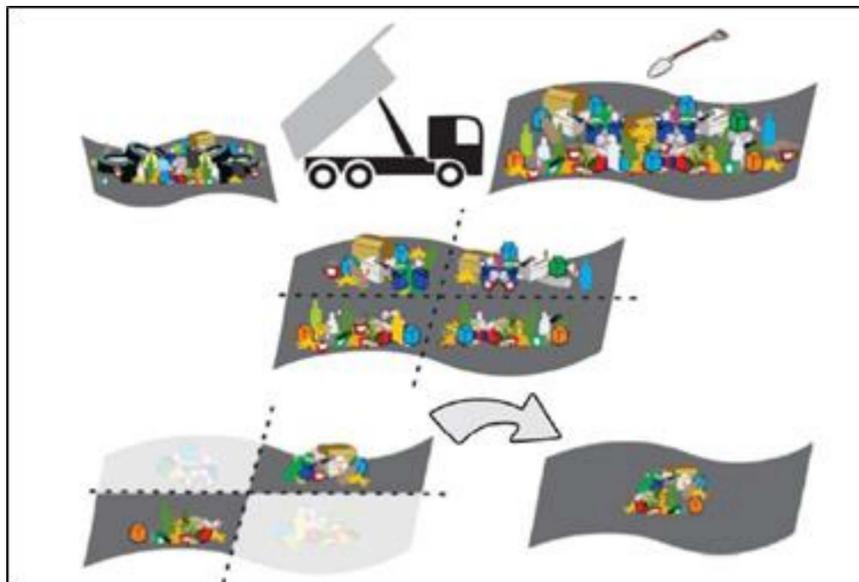
Em uma análise gravimétrica, a técnica de quarteamento é amplamente recomendada para a obtenção de uma amostra representativa que, quando analisada, apresente as mesmas características e propriedades do todo (ABNT, 2004).

O quarteamento, (Figura 9), consiste na divisão de uma amostra previamente homogeneizada em quatro partes: duas partes opostas são tomadas diametralmente entre si, para constituir uma nova amostra, e descartadas as partes restantes. As partes selecionadas são misturadas novamente, e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha a massa ou o volume desejado (ABNT, 2004). Nesse sentido, seguiu-se com as seguintes etapas:

1. Descarregamento dos resíduos em um pátio impermeabilizado;
2. Rompimento manual das sacolas;
3. Homogeneização dos resíduos;
4. A pilha de resíduos foi dividida em quatro;
5. Duas dessas partes foram descartadas (vis-à-vis);

6. As duas partes restantes foram destinadas à classificação gravimétrica, a partir da classificação dos resíduos.

Figura 9 – Procedimento de homogeneização de amostras pelo quarteamento.



Fonte: FEAM (2019).

Para o processo de homogeneização dos resíduos, foram utilizadas uma pá e uma inchada. Já a pilha de resíduos foi dividida utilizando uma moldura em madeira.

4.2.5 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.

A massa específica aparente, expressa em quilogramas por metro cúbico (kg/m^3), é definida como a massa dos resíduos em relação ao volume por eles ocupados nas condições normais em que se apresentam para a coleta, isto é, sem sofrerem processos de compactação. Para o processo de classificação e pesagem, foram utilizados contenedores de 200L e uma balança, previamente calibrada, com capacidade de 500 kg. A seguir, a Figura 10 evidencia o processo de pesagem dos resíduos.

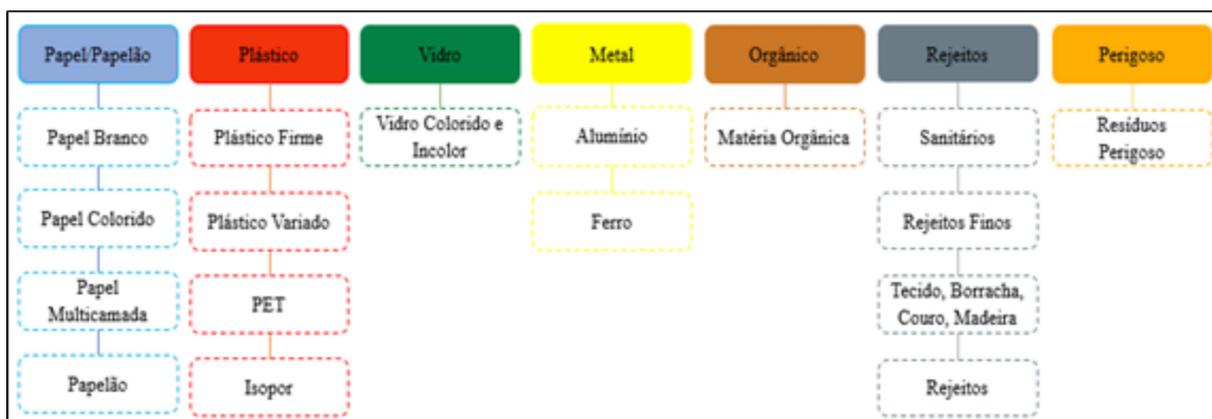
Figura 10 – Pesagem dos resíduos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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 11.

Figura 11 – Categorias dos resíduos sólidos urbanos presentes no ensaio.



Fonte: FEAM (2019).

Segundo a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), em sua NBR 10.004 (2004), os resíduos perigosos apresentam propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas que podem apresentar risco a saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças, ou acentuando seus índices. Os resíduos

perigosos também apresentam risco ao meio ambiente, quando eles forem gerenciados de forma inadequada. Em seguida, os resíduos foram pesados e foi obtido o percentual de cada categoria em relação à massa total dos resíduos analisados.

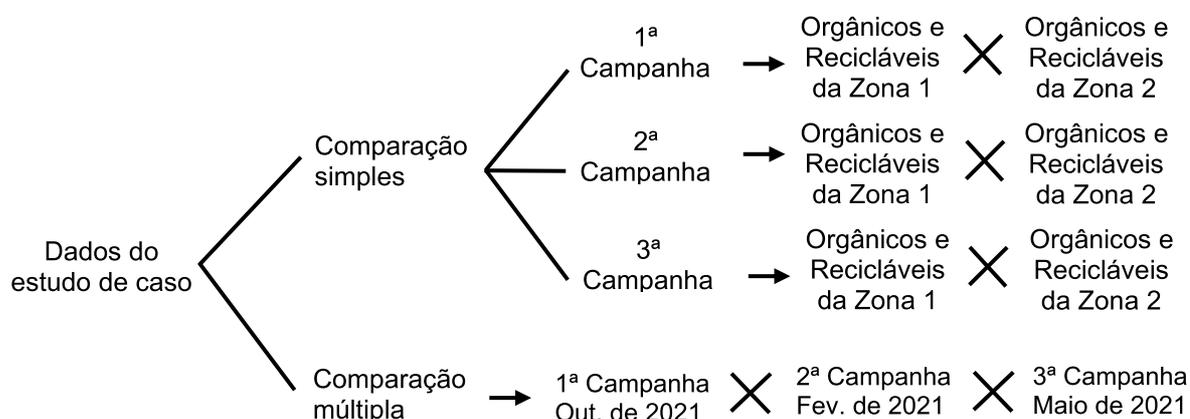
4.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE DADOS

O tratamento estatístico foi realizado por meio do software: STATISTICA 10.0 (StatSoft, 2010), que utilizou os dados das caracterizações gravimétricas realizadas no município do estudo de caso. Primeiramente, os dados foram submetidos ao teste de aderência para definir se seriam utilizados testes paramétricos ou não-paramétricos (TORMAN et al., 2012).

Os dados das caracterizações gravimétricas foram submetidos ao teste de aderência *Shapiro-Wilk* (SW). Nele, observou-se que alguns dados não seguiram uma distribuição normal ($p\text{-valor} < 0,05$), indicando o uso de testes não paramétricos. Além disso, o baixo quantitativo de dados observado, 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 os dados das 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 12.

Figura 12 – Testes de comparação para os dados das caracterizações gravimétricas do estudo de caso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Conforme apresentado na Figura 12, foram aplicados testes estatísticos com os dados do estudo de caso, em comparações simples e múltiplas. Para o presente trabalho, será considerado um nível de significância de 0,05 a 95% de confiança.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

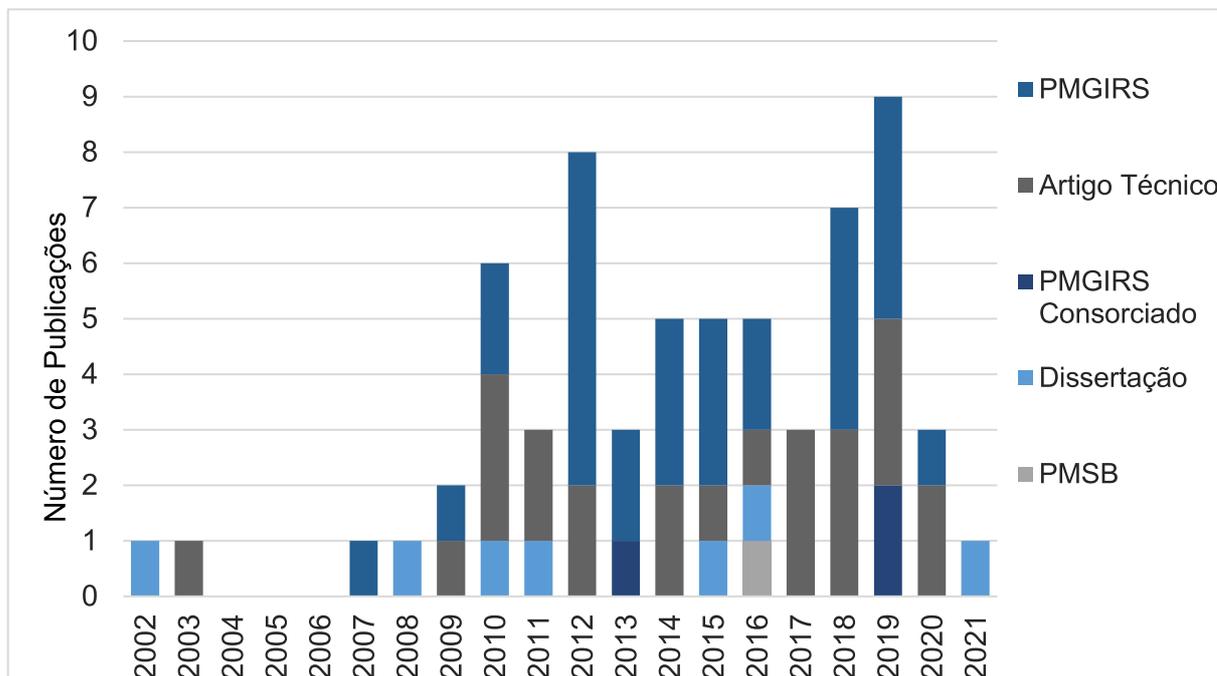
A seguir, os resultados dos dados bibliométricos da RSL e dos testes estatísticos das campanhas de caracterização gravimétrica do estudo de caso são apresentados.

5.1 DADOS BIBLIOMÉTRICOS DA RSL

Nesta seção, evidenciam-se os resultados baseados na revisão sistemática de 64 estudos identificados no apêndice A, envolvendo dados de 81 municípios, que contém informações das caracterizações gravimétricas dos RSU sobre a composição dos resíduos em municípios de pequeno, médio e grande porte no Brasil. Os dados bibliométricos serão apresentados em duas dimensões: uma geral, sobre todos os estudos encontrados, e outra específica, sobre os municípios de pequeno porte.

Conforme apresentado no tópico 3.1, como resultado da estratégia de busca, foram selecionados: 13 artigos técnicos, encontrados no Portal de Periódicos da CAPES; 12 artigos técnicos e 7 dissertações, encontrados no Google Acadêmico; 29 PMGIRS e 3 PMGIRS consorciado encontrados em buscas no Google, sendo que os 3 consorciados contêm dados de 49 municípios. Todos os estudos representam um total de 81 caracterizações gravimétricas dos RSU de diferentes municípios brasileiros. A quantidade de publicações varia ao decorrer do tempo; a figura 13 mostra o número de publicações por tipo, ao longo dos anos.

Figura 13 – Número de publicações por tipo ao longo dos anos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

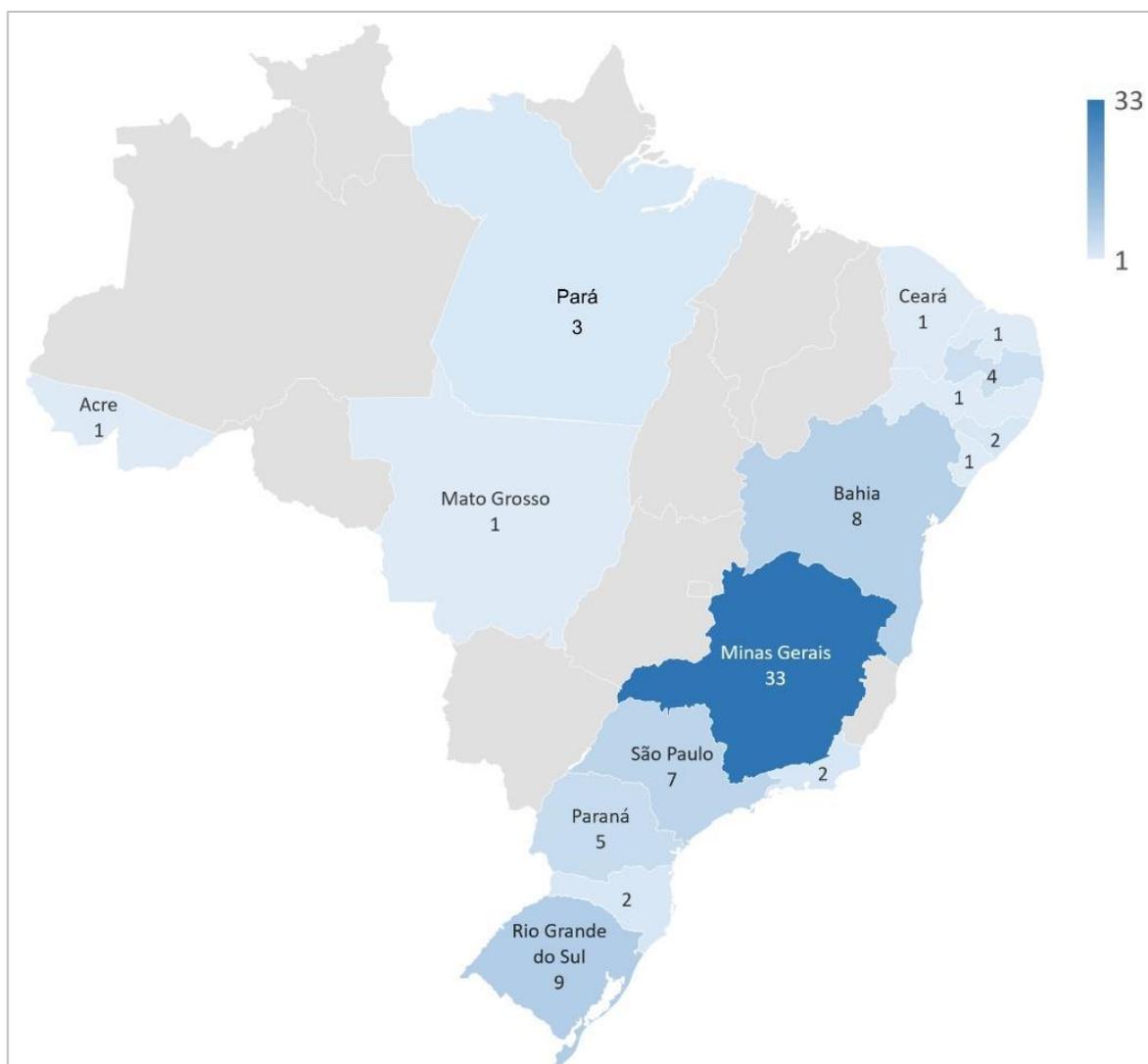
Como evidenciado na figura 13, a quantidade de publicações em 2010 triplicou em comparação ao ano anterior. Em relação às publicações, o Gráfico traz diferentes tipos de estudos, contendo: 1 dissertação, 3 artigos técnicos e 2 PMGIRS. Só no ano de 2012, 6 PMGIRS de diferentes cidades brasileiras foram encontrados, sendo a maior concentração de planos em apenas um ano. Analisando a quantidade total de estudos presentes entre 2002 e 2021, a partir do ano de 2010, a quantidade de estudos encontrados representa 90,63% do total, o que indica uma possível influência da PNRS (2010), uma vez que ela instituiu a obrigatoriedade da elaboração dos PMGIRS e estabelece um compromisso nacional com a gestão dos RSU. Dentro dessa fração majoritária, todos os PMGIRS estão localizados. Consorciados e a maioria dos demais estudos, com destaque para os PMGIRS que representam 47,36% do total de 57 estudos.

Vale ressaltar que os PMGIRS Consorciados estão presentes nos anos de 2013 e 2019, com 1 e 2 publicações, respectivamente. Apesar do número reduzido, eles representam um total de 20 municípios. O ano de 2019 tem a maior representatividade em número de publicações e em número de cidades com estudos gravimétricos, em que os PMGIRS consorciados e não consorciados representam a maior fração, com 6 publicações. Os artigos técnicos, possuem uma alta frequência

ao longo dos anos com publicações, aparecendo em 70,5% deles, além de ser o único tipo presente no ano de 2017.

Em um cenário nacional, os estudos contendo a classificação gravimétrica dos municípios encontrados estão distribuídos em 16 estados. A Figura 14 evidencia a concentração desses no leste, com um peso de 76,4% dos estados litorâneos. Nesta Figura, encontra-se apresentada a quantidade de publicações por estado, em um mapa dos estados brasileiros, destacando o peso da quantidade de publicações em cada região.

Figura 14 – Distribuição por estado do número de cidades encontradas nos estudos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Em relação ao número de municípios encontrados nos documentos, Minas Gerais representa quase a metade dos estudos, com 40,7%. Se comparada com os

demais estados, esta porcentagem se destaca. O segundo estado com maior número de municípios é o Rio Grande do Sul, com 9 estudos de caracterização gravimétrica. Os dados do SNIS (2019) mostram que as regiões sul e sudeste possuem as maiores frações de municípios participantes da coleta de informações do diagnóstico no ano referido com 83,6% e 78,2%, respectivamente, o que demonstra uma preocupação com a gestão dos resíduos.

O estado de Minas Gerais possui a maior quantidade de municípios do Brasil, e também foi pioneiro na elaboração da PERS (MG, 2009), antes da instituição da PNRS (2010). Ou seja, é um estado referência na elaboração de instrumentos para enfrentar os desafios sociais e econômicos na busca de uma destinação final adequada dos RSU. Tendo isso em vista, o número de municípios encontrados nas publicações reflete o peso histórico do estado na elaboração de leis que incentivam e apoie uma gestão ambientalmente adequada dos RSU.

5.1.2 DADOS BIBLIOMÉTRICOS DOS ESTUDOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

Os dados apresentados a seguir pretendem evidenciar os municípios de pequeno porte encontrados na RSL, uma vez que o cerne da pesquisa é discutir a necessidade de gestão dos RSU nesse tipo de municipalidade. Sendo assim, os resultados bibliométricos dos municípios de pequeno porte serão apresentados, como na Figura 15 que evidencia também a contribuição de cada estado nos resultados da RSL.

Figura 15 – Distribuição por estado do número de cidades de pequeno porte encontradas nos estudos.



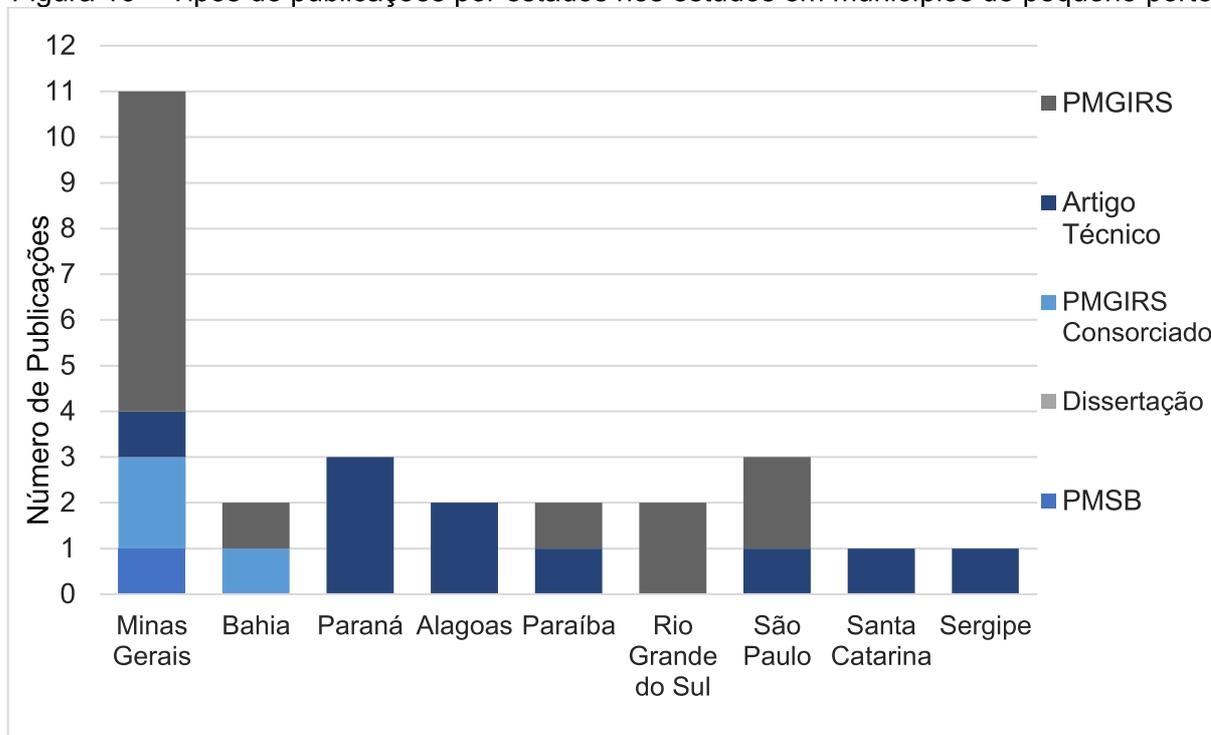
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como se observa na Figura 15, dentre os estados presentes nos resultados da busca, 9 apresentaram estudos em municípios de pequeno porte. Pode-se observar, uma vez mais, a representatividade de MG, com 20 municípios, dispondo de mais da metade dos municípios de pequeno porte encontrados. Os demais estados juntos não apresentam a mesma quantidade de municípios – apenas 17 municipalidades –, e a Bahia, que é o segundo maior estado, dispõe de apenas 4 cidades.

Entre as publicações, os planos municipais representam a maior tipologia reportada, com 13 PMGIRS e 3 PMGIRS Consorciados, que somados representam 59,2% das pesquisas em todos os estados. Foram reportadas 10 publicações no formato de artigo técnico, com uma representação de 37% do total. Para estados como Santa Catarina, Sergipe, Paraná e Alagoas, essa última tipologia foi a única reportada dentre as publicações para municípios de pequeno porte incluídas no estudo. Entre os 3 PMGIRS Consorciados, que contemplam 14 municípios, 1 se encontra no estado da Bahia, com dados de três municípios, e os outros 2 em Minas Gerais, com dados de 11 municípios. Em relação os estudos que caracterizaram

municípios de pequeno porte, apresenta-se os tipos de publicações por estado no Figura 16.

Figura 16 – Tipos de publicações por estados nos estudos em municípios de pequeno porte.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A partir do Figura 16, observa-se que o estado de Minas Gerais dispõe de 11 das 26 publicações sobre esse porte de municípios, com 47% dos estudos, em que as 20 municipalidades estão representadas em: 7 PMGIRS, 1 artigo técnico, 2 PMGIRS Consorciados e 1 Plano Municipal de Saneamento Básico. Entre as publicações do estado, a grande maioria são PMGIRS, representando 63,6% das publicações, e, além disso, MG possui a maior quantidade de PMGIRS Consorciados (2), e cada plano tem 4 e 7 municípios de pequeno porte, como mostra a Figura 19.

5.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DAS CAMPANHAS DE CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA

Para as análises estatísticas das caracterizações gravimétricas foi amostrado por campanha uma massa média de 924,9 kg. Todas as campanhas seguiram a mesma metodologia, e tiveram suas etapas e procedimentos executados pelos

profissionais da prefeitura previamente capacitados pelos pesquisadores. 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: orgânicos, recicláveis e total (conjunto de dados obtidos em todas as campanhas). E, posteriormente, esses dados foram sujeitos a testes estatísticos de caráter descritivo, como se apresenta na Tabela 1. A similaridade dos resultados de média e mediana, que aparecem na Tabela 1, indicam uma proximidade com a condição ideal de distribuição normal.

Tabela 1 – Estatística descritiva com valores em porcentagem das frações de orgânicos, recicláveis e município.

Estatística Descritiva	Orgânicos (%)	Recicláveis (%)	Total (%)
Média	49,87	2,10	6,18
Erro padrão	4,52	0,27	1,26
Mediana	53,73	1,39	1,79
Desvio padrão	11,08	2,02	12,41
Curtose	-0,36	3,93	10,19
Assimetria	-0,97	1,79	3,22
Mínimo	31,95	0,02	0,00
Máximo	60,32	9,73	60,32
N	6	56	97

Fonte: Elaboração própria (2020).

Para resultados mais precisos, os percentuais analisados foram submetidos ao teste de aderência *Shapiro-Wilk (SW)* a 95% de confiança, em que se verificou a não aderência dos conjuntos de dados a uma distribuição normal ($p\text{-valor} < 0,05$), o que indica o uso de testes não paramétricos. Tal fato pôde ser corroborado por parâmetros descritivos evidenciados na Tabela 1. Observa-se, de modo geral, uma assimetria que se apresentou pelos elevados desvios-padrões reportados, principalmente, para os dados de recicláveis e totais do município; os valores são consideráveis para coeficientes de assimetria e curtose, mas há uma discrepância entre os valores de média e de mediana.

5.2.1 ANÁLISE SIMPLES

5.2.1.1 1ª CAMPANHA – OUT/2020

Para a análise, foram amostrados, dentro de uma estimativa mínima e conservadora, 9,9% do total de resíduos sólidos coletados diariamente no município. A fração é estimada a partir de dados reportados pelo SNIS (2019). Desse montante, após quarteamento, os resíduos coletados na Zona 1 e Zona 2 do município foram classificados e submetidos à caracterização gravimétrica.

Os dados da caracterização gravimétrica são essenciais para que se possa indicar um plano de gerenciamento, que inclua decisões estratégicas e assertivas (FERNANDO; LIMA, 2012). Esses dados fornecem a identificação das frações majoritárias, e de maior potencial, para implantação da coleta seletiva e de outras estratégias de destinação ambientalmente adequadas. A obtenção dos dados se coloca como melhor alternativa para se chegar à disposição final adequada (FEAM, 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. Os resultados, em quilogramas, 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; neste último, considera-se um compilado geral das amostragens realizadas.

Tabela 2 – 1ª Campanha: Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares, valores absolutos. (continua)

Categoria	Subcategoria	Zona 1 (kg)	Zona 2 (kg)	Município (kg)
Orgânicos	Orgânicos	107,6	36,4	144
Papel	Papel Branco	3,2	--	3,2
	Papel Colorido	14,4	1,5	15,9
	Papel Multicamada	2,2	0,7	2,9
	Papelão	29,1	8,6	37,7
Plástico	PET	13,4	3,5	16,9
	Plástico Rígido	9,4	4,5	13,9
	Plástico Variado	18,5	3,8	22,3
Metal	Alumínio	0,7	0,6	1,3
	Ferro	3,0	0,3	3,3
Vidro	Vidro	4,5	2,5	7

Tabela 2 – 1ª Campanha: Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares, valores absolutos. (continua)

Categoria	Subcategoria	Zona 1 (kg)	Zona 2 (kg)	Município (kg)
	Tecido, Borracha, Couro, Madeira	33,9	6,7	40,6
	Isopor	0,4	1,1	1,5
	Perigosos	5,2	2	7,2
Rejeitos	Lixo de Banheiro	52,3	16,1	68,4
	Finos	30,8	--	30,8
	Outros	8,1	--	8,1
	TOTAL	336,7	88,3	425,0

Fonte: Elaboração própria (2020).

Apresenta-se uma análise dividida em Zonas 1 e 2 do Município. 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 $99,13 \pm 36,1 \text{ kg/m}^3$, 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 retirar uma fração considerável de papel e plástico, que equivale a 26,7% do total amostrado. De maneira semelhante, Almeida (2012), ao analisar os RSU do município de Caçador (SC) por setor, observou que na região central, onde há residências valorizadas, centros comerciais, restaurantes, lanchonetes e bares, obteve-se a maior fração em porcentagem de materiais recicláveis, totalizando 31,9%, sendo que 23,9% são papel e plástico.

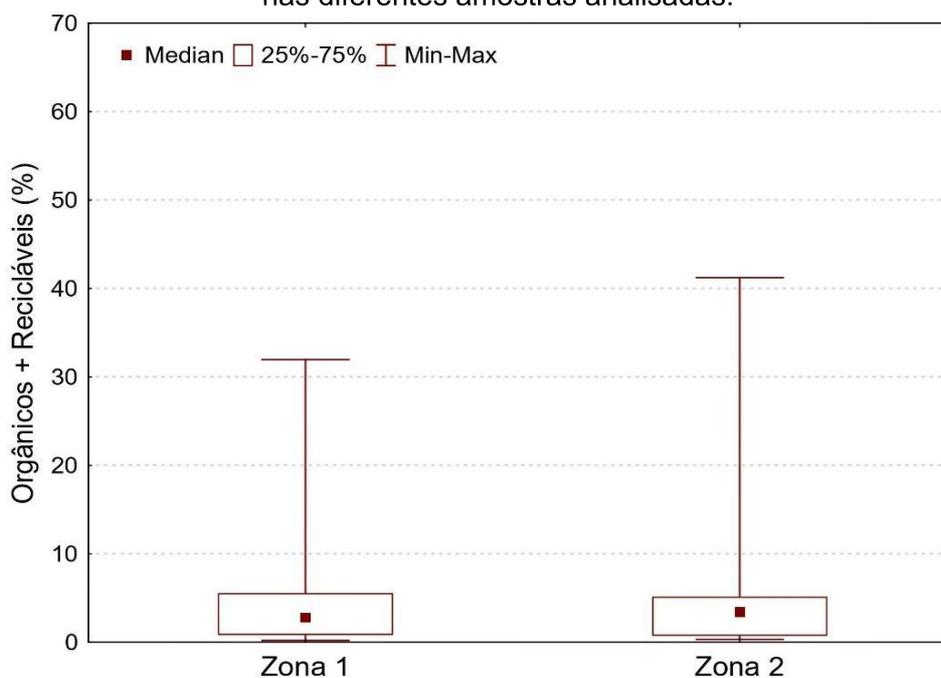
Destaca-se um incremento de cerca de 9,2% da fração orgânica, o que pode estar diretamente relacionado com as atividades rurais desenvolvidas na Zona 2, acompanhada por um decréscimo da representatividade da fração de recicláveis, não necessariamente na mesma proporção (FREITAS et al., 2019). Ainda assim, pode-se observar uma considerável representatividade da fração de rejeitos, eles são cerca de 29,3%, sendo a subcategoria majoritária a de lixo de banheiro (18,2%). Tal fato também apareceu na amostra coletada para a Zona 1.

Constatou-se, através do teste de *Shapiro-Wilk* (SW), que os dados das frações encontradas na 1ª campanha apresentaram aderência à distribuição normal de 95%

de confiança. Entretanto, considerando a não aderência à distribuição normal de outras campanhas, optou-se por submeter todos os dados à testes não-paramétricos.

Em uma análise geral, que considera todas as frações, não se apresentou diferenças significativas entre as amostras coletadas para as Zonas 1 e 2. Os resultados das amostras têm 95% de confiança pelo teste não-paramétrico, Mann-Whitney U test. Além deste resultado, análises comparativas foram feitas entre as frações de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras, como representado na . Da mesma forma, não houve elementos que indicassem diferenças significativas entre os resultados das análises das amostras da Zona 1 e amostras da Zona 2, com p-valor = 0,8053 para as frações supracitadas. A partir desses resultados na Figura 17, apresenta-se uma análise única para o Município.

Figura 17 – 1ª Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.

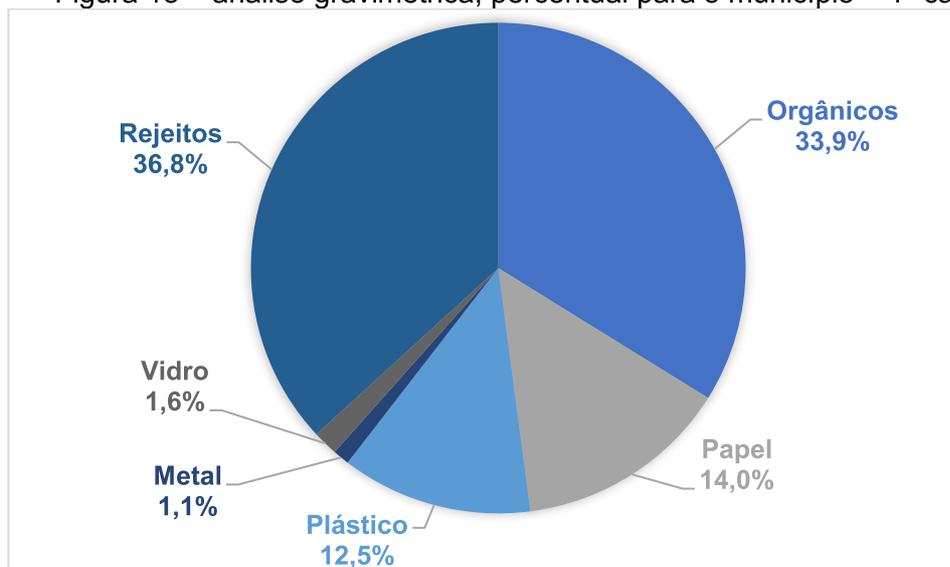


Fonte: Elaboração própria (2021)

Observa-se valores medianos para as frações dos resíduos, que giram em torno de 3% (Figura 17). 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. O incremento, de quase 10% na fração de orgânicos, pode estar relacionado com as atividades rurais presentes 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. Como os resultados de comparação apresentados no Figura 17 não evidenciaram diferenças significativas, apresentou-se o Figura 18 como resultado único de gravimetria para o Município.

Figura 18 – análise gravimétrica, percentual para o município – 1ª campanha.



Fonte: Elaboração própria (2021)

Em um cenário nacional e estadual, os rejeitos possuem uma menor representação entre as demais categorias e, comparado a isso, o Município apresenta uma condição atípica, como mostra o Gráfico 6, com 36,8% de rejeitos. (ABRELPE, 2020). 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.

O município apresenta a maior porcentagem de rejeitos (36,8%), esses rejeitos são, em sua maioria, lixo de banheiro, que corresponde a 16% do total amostrado. 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.

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 para o valor médio de massa específica aparente igual a $(99,1 \pm 36,1)$ kg/m³.

5.2.1.2 2ª CAMPANHA – FEV/2021

Para a 2ª campanha, foram amostrados cerca de 15,8% do total de RSU recolhidos diariamente pelo município, como estima o SNIS (2019). Os RSU foram coletados em duas regiões diferentes, Zona 1 e Zona 2, e o total de amostragem foi classificado e submetido à caracterização gravimétrica após quarteamento.

Os dados das caracterizações gravimétricas foram analisados e expostos, levando em consideração sua localização e data. Na Tabela 3, encontram-se os resultados, em quilogramas, para as Zonas 1 e 2 e, na última coluna, há um quantitativo total para o município.

Tabela 3 – 2ª Campanha: Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares, valores absolutos.

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

Fonte: Elaboração própria (2021)

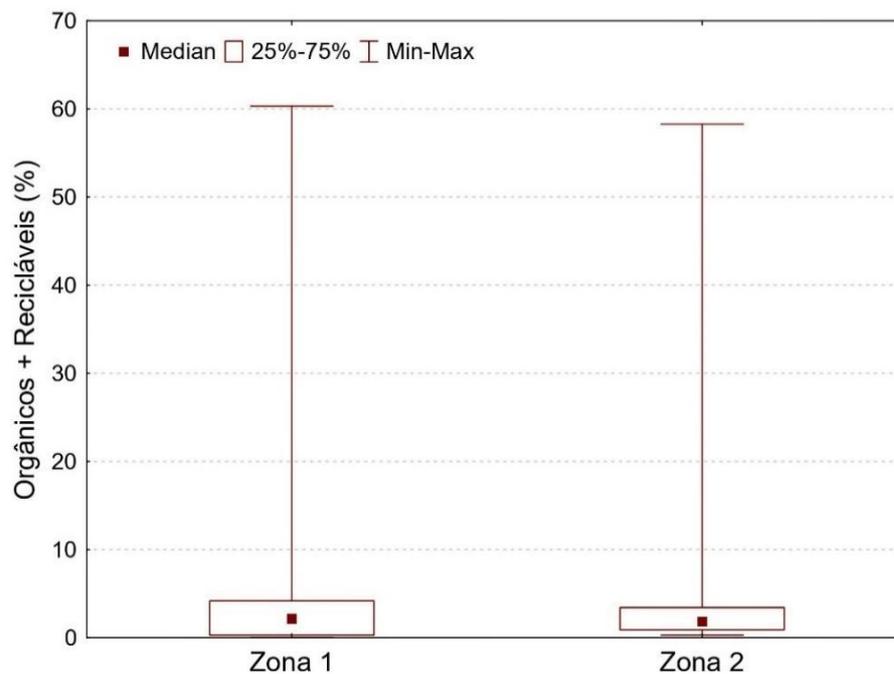
Para a Zona 1, identificou-se um valor majoritário de resíduos orgânicos, de 60,3%, que se caracterizou como principal componente. Essa porcentagem está de acordo com o cenário brasileiro, com 45,3% de resíduos orgânicos, conforme dados apresentados pela ABRELPE (2020). Já os resíduos recicláveis somam 20,0%, e são compostos principalmente por papel (12,6%), plástico (4,8%) e vidro (2,2%). Neste caso, as principais frações se diferem da média nacional, que é de 33,6%, em que os plásticos se destacam com 16,8% dos resíduos recicláveis (ABRELPE, 2020). Os rejeitos também representam uma fração considerável, 19% do total, e têm uma proporção semelhante a dos resíduos recicláveis. Os rejeitos possuem uma fração maior de lixo de banheiro, 14%, que contempla principalmente os materiais sanitários, essas frações apresentadas correspondem à média nacional (ABRELPE, 2020). 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 maior fração permaneceu sendo a de resíduos orgânicos, com 58,27%; depois, a de rejeitos com 25,7%. A fração dos rejeitos na Zona 2 é 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 possui um valor de $(95,2 \pm 33,2) \text{ kg/m}^3$.

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 havia 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 no Figura 19, 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, com p-valor = 0,9158. O resultado do teste de comparações simples fundamenta a proposta de um resultado único para o município.

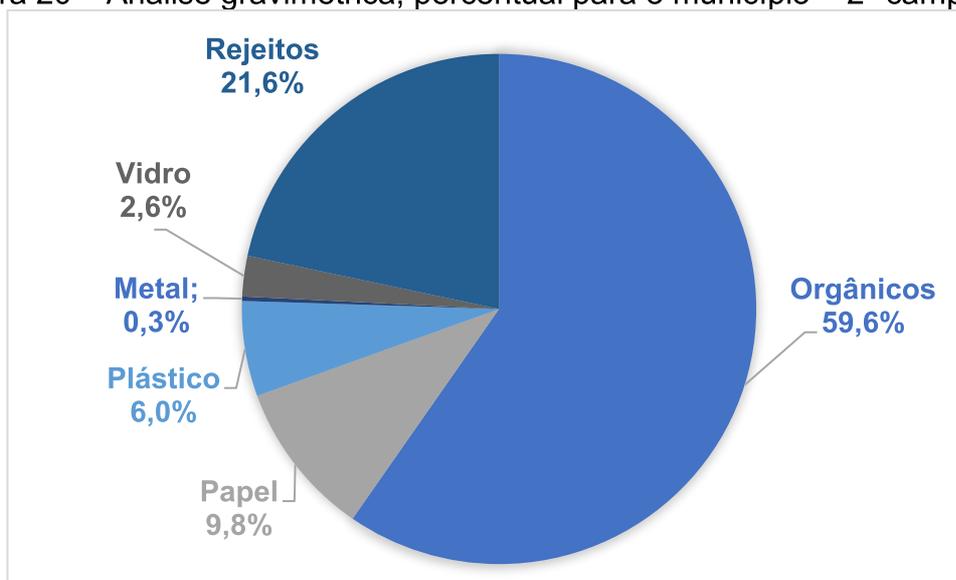
Figura 19 – 2ª Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.



Fonte: Elaboração própria (2022)

Os resíduos orgânicos se estabelecem como os maiores valores nas duas Zonas, com 60,3% (Zona 1) e 58,2% (Zona 2). Figura 20, os percentuais finais da 2ª Campanha de caracterização gravimétrica.

Figura 20 – Análise gravimétrica, percentual para o município – 2ª campanha.



Fonte: Elaboração própria (2021)

Galdino e Martins (2015), ao analisar a caracterização gravimétrica dos resíduos de Mamborê (PR), um Município de pequeno porte, encontraram uma fração de 63% de orgânicos. Esse valor é semelhante ao encontrado para o estudo de caso, que foi de 60%. Segundo os autores, a predominância da fração de orgânicos é característica dos municípios de pequeno porte.

Outro estudo que reforça essa ideia 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 entregues pelo caminhão da coleta. Os orgânicos tiveram uma fração de 55,6% do total classificado. Segundo a Prefeitura Municipal de Maria da Fé, o Município possui coleta seletiva, e nela, os resíduos recicláveis são destinados a uma associação de reciclagem e os orgânicos são descartados no lixão da cidade. Além disso, o estudo revelou um valor de 31,7% de resíduos recicláveis, 13% a mais que a porcentagem encontrada para o município do presente estudo de caso, 18,7% (ALKMINE; RIBEIRO JUNIOR, 2016).

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, obteve uma fração de 27% de rejeitos, próximo ao valor encontrado para o estudo de caso, que foi de 22%. O estudo revela 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 (LIMA et al., 2018).

5.2.1.3 3ª CAMPANHA – MAR/2021

Durante a terceira campanha foram amostrados cerca de 13,3% do total de RSU recolhido diariamente pelo município, porcentagens estimadas a partir de dados reportados pelo SNIS (2019). A caracterização gravimétrica foi realizada no total amostrado, após quarteamento.

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.

Tabela 4 - 3ª Campanha: Caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares, valores absolutos.

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

Fonte: Elaboração própria (2021)

Assim como nas demais campanhas, a fração de orgânicos é a majoritária, com uma representação de 55,8% do material classificado, fração de valor semelhante ao encontrado para o estado de MG, de 44,82%, segundo um estudo de caracterização gravimétrica feita pela FEAM (2015). Nota-se, portanto, o alto valor 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. Galdino et al. (2015) afirma ainda que os resíduos gerados no município são predominantemente domiciliares, e os gerados nos comércios e nas indústrias são em menor fração. A alta massa específica para a Zona 1, com um valor de $122,1 \pm 32,4 \text{ kg/m}^3$, pode indicar considerável representatividade da fração de orgânicos.

Os rejeitos são a segunda maior fração, caracterizando 33,4% do total de resíduos. 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, em que 5,3% são plásticos, 3,6% papel, 0,4% metal e 1,5% vidro.

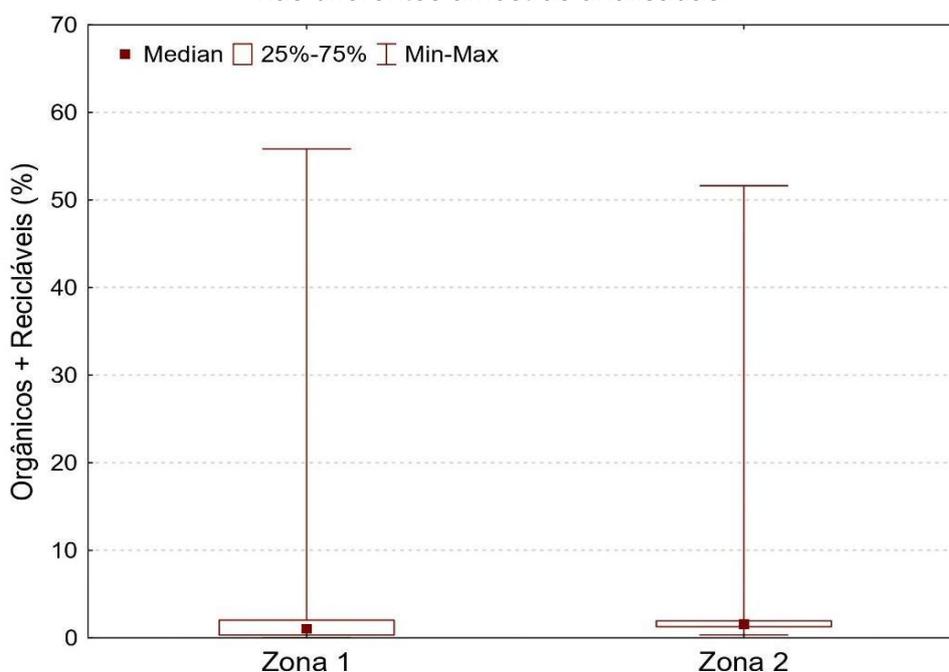
Entre os percentuais para a Zona 2, os orgânicos permaneceram como a fração majoritária, com 51,6%. Já os rejeitos, a segunda maior fração, teve um aumento de

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 mostra diferente para a Zona 2, com um valor igual a $(137 \pm 36,3)$ kg/m³, que é maior do que o encontrado na Zona 1.

Apenas na 3ª Campanha, os dados das subcategorias de rejeitos para a Zona 2 e o total para o Município não seguiram uma distribuição normal no teste de aderência, com um p-valor = 0,0192 e p-valor = 0,0097, respectivamente, o que indica o uso de testes não-paramétricos para todas as análises, simples e compostas, em todas as campanhas.

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 valores das Zonas 1 e 2, constatou-se não haver diferenças significativas entre eles, resultando em um p-valor = 0,5765. Na Figura 21, encontra-se a análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas amostras da Zona 1 e 2.

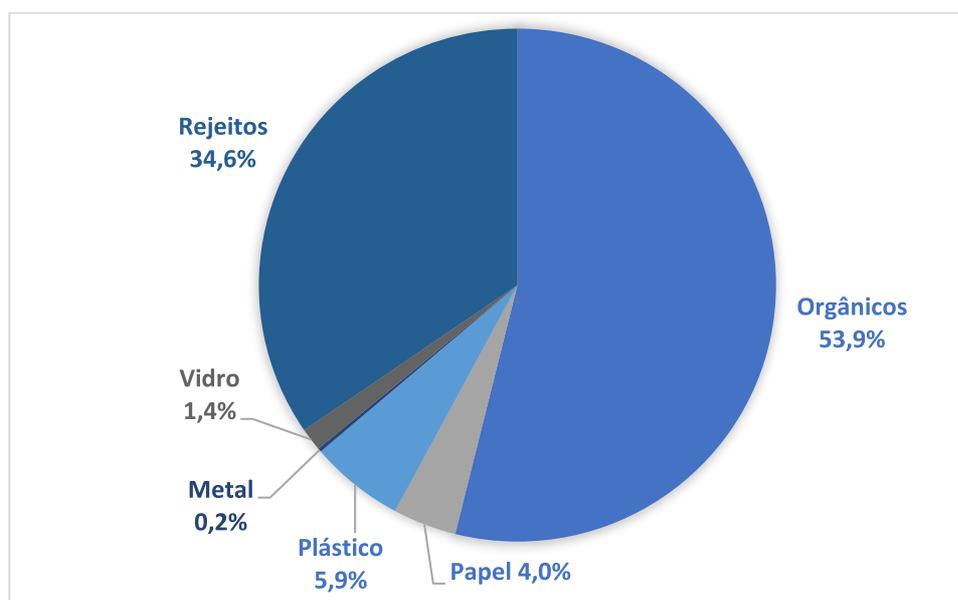
Figura 21 – 3ª Campanha: Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.



Fonte: Elaboração própria (2021)

Os valores em porcentagens de máximo e mínimo estão bem próximos, assim como a mediana encontrada para as frações dessas Zonas, com uma diferença de 5% entre os valores máximos. Nota-se que a maioria das frações não ultrapassa os 5%, logo a fração mais significativa, a de orgânicos, se destaca entre as demais, devido a sua alta representatividade. Tal resultado embasa a proposta de um dado único para o município. Os valores estão no Figura 22, em uma análise conjunta.

Figura 22 – análise gravimétrica, percentual para o município – 3ª campanha.



Fonte: Elaboração própria (2021)

Como demonstra a Figura 22, a fração de orgânicos é majoritária entre as demais, assim como no contexto brasileiro cujo valor é de 45,3%, segundo a ABRELPE (2020). Apesar do valor próximo, o Município possui quase 10% a mais do valor reportado para o país, com 53,9% de orgânicos. Ou seja, o valor apresentado de Minas Gerais pela FEAM (2017), de 44,8%, é próximo à média nacional, mas se diferencia do valor encontrado para o município, que é de 53,9%.

A fração de rejeitos permanece como a segunda maior, com 34,6% do total caracterizado, e se mostra discrepante em relação às médias nacional e estadual, de 19,7% e 25,0%, respectivamente (ABRELPE, 2020)(FEAM, 2017). Neste caso, a fração que mais se destaca entre os rejeitos é mais uma vez a de lixo de banheiro, representando 23,1%, sendo ainda a segunda maior fração entre todos os resíduos coletados, ficando atrás apenas dos orgânicos. 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.

5.2.2 ANÁLISES COMPOSTAS

Os testes estatísticos elaborados validaram a escolha de um resultado único para cada campanha. Tendo isto em vista, para os testes estatísticos entre as campanhas, utilizou-se um resultado único de análise para cada uma.

Na 2ª Campanha (18%) e na 3ª Campanha (11%) as frações dos recicláveis apresentaram uma porcentagem menor do que na primeira (29%), em que se destacaram os valores do papel, 14%, e plástico, 12%. Por outro lado, na segunda campanha foram 10% de papel e 6% de plástico, e na terceira, 4% de papel e 6% de plástico; ambas as campanhas são inferiores à 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 31,92% de resíduos recicláveis, entretanto apenas a Campanha 1 teve um valor aproximado, com 29,27%, e as demais apresentaram valores de 18,70% na segunda, e 11,56% na terceira.

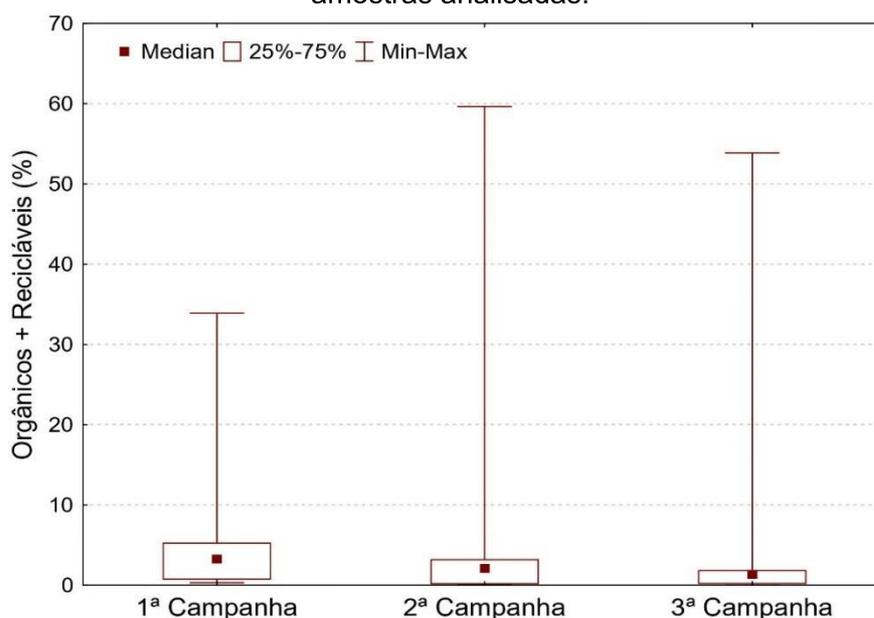
As frações dos rejeitos nas Campanhas possuem percentuais semelhantes, com 36,8% para a primeira, 21,6% para a segunda, e 34,6% para a terceira; e os lixos de banheiro continuam a ter a maior representatividade, caracterizando 16,09%, 11,09% e 23,14%, na primeira, segunda e terceira campanha respectivamente. Os valores das frações de rejeitos apresentados pela FEAM (2017) para municípios mineiros com até 2.000 habitantes, tiveram um percentual de 27,64%, o maior entre os municípios de pequeno porte. 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%.

Ainda, 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%. Ao analisar tais dados, o relatório da FEAM da Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do estado de Minas Gerais (2017) afirmou que 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.

Os percentuais dos quantitativos das três Campanhas, independente das categorias de resíduos em uma análise conjunta foram submetidas ao teste *kruskal-wallis*, em que foi encontrado p-valor = 0,3606. A Figura 23 evidencia o resultado do teste *kruskal-wallis*, utilizado na análise comparativa entre as categorias de orgânicos e recicláveis das primeiras, segunda e terceira Campanhas, indicando que os percentuais analisados não apresentaram diferenças significativas entre elas, com p-valor = 0,3606.

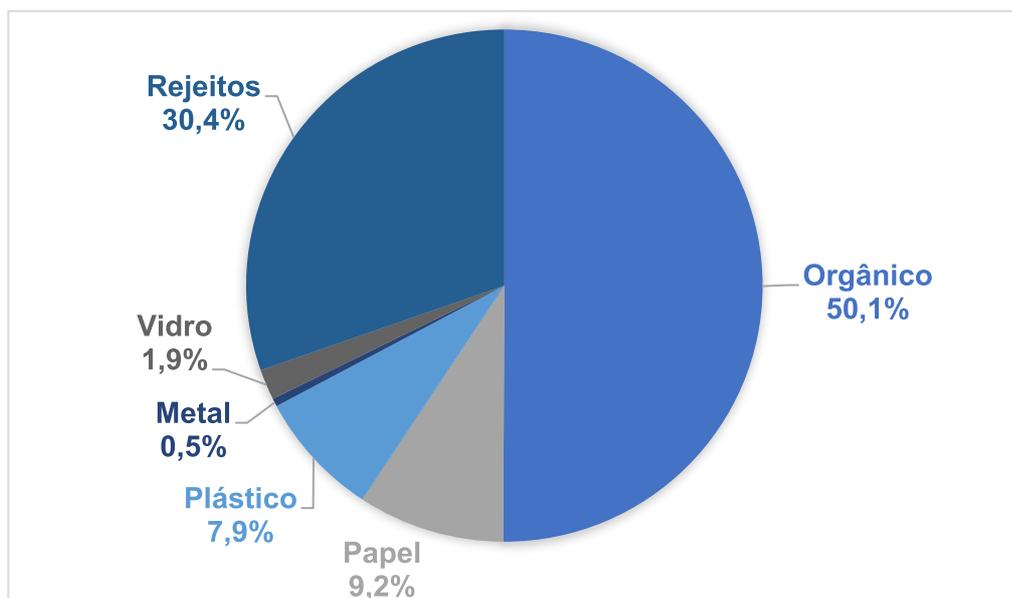
Figura 23 – Análise comparativa das categorias de orgânicos e recicláveis nas diferentes amostras analisadas.



Fonte: Elaboração própria (2021)

Os resultados reforçaram a afirmativa de que não existem diferenças significativas entre os percentuais encontrados para as categorias entre as diferentes campanhas. Logo, os resultados obtidos para as frações dos RSU produzidos no Município foram reportados de forma conjunta, e foi feita uma média do quantitativo de cada campanha e apresentada como um percentual único, como demonstrado no Figura 24.

Figura 24 – análise gravimétrica, percentual final para o município.



Fonte: Elaboração própria (2021)

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%). Os valores encontrados no município de estudo se assemelham ao que se encontra nos municípios mineiros cuja população é de 10.001 a 20.000 habitantes (FEAM, 2017).

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). As porcentagens do município estudado ficaram em: 50,1% de orgânicos, 19,5% de recicláveis, e 30,4% de rejeitos, além do percentual de lixo de banheiro de 16,4%.

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; Santos et al. (2020), 64,9%; Cartaxo et al. (2019), 60,1%. O quantitativo de orgânicos (50,1%) no modelo

atual de gerenciamento dos resíduos no município objeto do estudo é disposto diretamente em aterro controlado. Essa disposição acaba por contribuir para o aquecimento global através da emissão de gases poluentes, além de permitir maior contaminação do meio ambiente local, como a água subterrânea e o solo, segundo SANTOS et al. (2018).

Segundo Santos Junior et al. (2020), a pandemia aumentou o descarte de produtos de higiene pessoal, e, por isso, a grande representatividade do quantitativo de rejeitos também se elevou, principalmente de lixo de banheiro (16,48%). 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 (0,75%) 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, nos RSU, de resíduos perigosos (0,75%) e de lixo de banheiro (16,48%), deixa claro a necessidade de se considerar novos conceitos associados à sustentabilidade, como responsabilidade compartilhada e responsabilidade socioambiental (FONSECA et al., 2016).

Estas 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 25 são apresentados exemplares das diferentes frações dos resíduos consideradas no processo de classificação e análise gravimétrica.

Figura 25 – classificação dos resíduos nas categorias previamente estabelecidas.



Fonte: Elaboração própria (2021)

Para estimular a população a ter práticas ambientais corretas, deve-se priorizar ações, eventos e/ou campanhas de esclarecimento, promovidas ou estimuladas pelo poder público. Deve-se também incluir todos aqueles que podem, 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.

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 0,15%, o que é uma hierarquia diferente à encontrada no cenário brasileiro, segundo dados da ABRELPE (2019).

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 (LIMA et al., 2018). No mesmo sentido, a Figura 26 mostra parte do processo de coleta para a amostragem, em que se identifica a segregação na fonte.

Figura 26 – Coleta no processo de amostragem identificando segregação na fonte.



Fonte: Elaboração própria (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. É o caso do alumínio, que representa apenas 0,15% dos RSU amostrados e submetidos à análise de classificação gravimétrica. 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).

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 (SNIS, 2019). 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. Outra alternativa, para a redução dos Aterros e seus impactos, é a utilização da matéria orgânica na digestão anaeróbica em usinas de energia, juntamente com a venda de material reciclável, que segundo Santos et al. (2018), pode ser vantajoso no cenário de alguns municípios brasileiros.

5.3 ANÁLISE CRÍTICA SOBRE A CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA E O PROCESSO DE DIAGNÓSTICO

No processo de elaboração do presente estudo, identificou-se a falta de informações precisas sobre a quantificação e caracterização dos RSU coletados ao longo dos anos. Segundo o exemplo de Alkmin (2017), o município de pequeno porte localizado no sul de Minas Gerais, Maria da Fé, não dispunha de dados claros acerca das características dos resíduos produzidos pela população. E como indica o SNIS (2019), a falta de dados precisos sobre a composição gravimétrica dos RSU é um fato comum em municípios de pequeno porte que, muitas vezes, baseiam suas informações em estimativas.

Mesmo a PNRS (2010) estabelecendo que o PMGIRS é o principal instrumento de gestão dos RSU, o plano do Município analisado ainda não foi elaborado. Essa situação é semelhante a de outros municípios do mesmo porte, como o Município de Santa Cecília (PB) que, segundo Araújo et al. (2018), ainda descarta seus RSU em um lixão, evidenciando a carência de instrumentos de gestão adequados. Ainda é necessário ressaltar que, ao entrevistar gestores de 15 municípios da Zona da mata mineira, onde 10 cidades são de pequeno porte, Lisboa et al. (2013) relata que quando os gestores se deparam com a elaboração do PMGIRS, os maiores obstáculos

apresentados são a indisponibilidade de recursos financeiros e a limitação quanto à qualificação profissional e capacidade técnica municipal.

Apesar de alguns municípios de pequeno porte cobrarem pelos serviços de coleta e tratamento dos RSU, a falta de recursos financeiros é uma realidade frequente, visto que o valor arrecadado não garante a sustentabilidade econômico-financeira das operações. É o caso do PMGIRS do Consórcio Vital (2019) para os municípios do estado de Minas Gerais de pequeno porte de Água Comprida, Campo Florido, Comendador Gomes, Conquista, Delta, Planura e Veríssimo.

Para a elaboração das campanhas de caracterização gravimétrica foi necessário que o Município adquirisse equipamentos e providenciasse um local para a elaboração as etapas de quarteamento, classificação e pesagem. Em uma situação semelhante, os pesquisadores Lima et al. (2018) também tiveram que previamente providenciar equipamentos necessários para elaborar a caracterização gravimétrica dos RSU em um município de porte pequeno em São Paulo. Com isso, observa-se que a aquisição de equipamentos e a existência de um local apropriado ainda são empassos para a prefeitura elaborar, de maneira recorrente, a caracterização gravimétrica.

Além de todos os problemas citados, as medidas de isolamento aumentaram a complexidade da elaboração do estudo e de fornecimento de dados para pesquisa, além de dificultarem a capacitação dos agentes da prefeitura. Em relação ao fornecimento, os dados foram coletados por vias digitais, por meio de reuniões online, devido à alta geração, à demanda de recursos operacionais e à manutenção da segurança do trabalho dos profissionais que atuam na coleta dos RSU, segundo Santos Junior et al. (2020). Nesse sentido, o contato com o Município e a capacitação dos agentes da prefeitura aconteceram de maneira remota durante a pandemia do novo Coronavírus. Esse método adotado pode se tornar uma alternativa para o desenvolvimento de pesquisas em lugares remotos.

6 CONCLUSÃO

Considerando os dados da revisão sistemática da literatura, isto é, a partir de 64 estudos, com 81 municípios analisados, a análise bibliométrica evidenciou que, depois da instauração da PNRS em 2010, o número de publicações aumentou significativamente (90,63% do total levantado). Dentro desta fração majoritária estão localizados todos os PMGIRS Consorciados e 47,36% dos PMGIRS, o que evidencia o impacto da PNRS e seus instrumentos na elaboração dos planos municipais.

Podemos afirmar ainda que, dos 81 municípios levantados, 38 cidades se caracterizam como de pequeno porte, representando 46,91% do total encontrado pelo estudo. Além disso, vale ressaltar que o estado de MG possui apenas um artigo técnico envolvendo municípios de pequeno porte, o que mostra a falta de pesquisas sobre as características dos RSU dos municípios mineiros com menos de 20.000 habitantes. Com isso, fica evidente o déficit de pesquisas acerca da característica dos resíduos gerados pela população. Essa situação, portanto, reafirma a importância da presente pesquisa

Os resultados demonstram que 69,6% dos resíduos que estão sendo depositados no aterro do Município possuem potencial para reciclagem (19,5%) e compostagem (50,1%); dentre os resíduos, em uma estimativa absoluta, com base em dados do SNIS (2019), evidenciou-se que a massa de orgânicos coletados ao mês é de aproximadamente 106,3t/mês e a de recicláveis, 41,5t/mês.

Em vista de uma conduta incipiente de segregação na fonte de resíduos pelos moradores e do potencial para reciclagem, 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. Assim, o potencial de reciclagem seria utilizado para gerar outra atividade econômica e para permitir que estes produtos possam voltar a 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.

A tendência do município em descartar material orgânico, que caracteriza 50,1% do total de resíduos levados para o aterro, mostra-se ineficiente, visto que os mesmos podem ser reaproveitados em processos de compostagem. É importante destacar que a aderência ao programa de compostagem e de reciclagem 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. Além disso, a compostagem aumentaria a geração de fonte de renda extra para a população e uma melhora da qualidade ambiental.

Portanto, as disposições aqui apresentadas reafirmam a importância da avaliação da caracterização gravimétrica para o processo de gerenciamento dos resíduos. A caracterização gravimétrica também permite caracterizar e quantificar os diversos elementos depositados nos aterros sanitários, contribuindo para a definição de estratégias e modelos de gestão dos resíduos, bem como para o planejamento e aquisição de novas tecnologias adequadas ao tratamento e disposição final dos RSU.

Logo, espera-se que os dados exibidos ao longo do texto possam auxiliar na elaboração de um PMGIRS do Município analisado, compondo a etapa de diagnóstico, que é essencial 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.

7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Estabelecer novas campanhas de caracterização gravimétrica para avaliar a eficiência e suficiência das medidas corretivas e rotas tecnológicas eventualmente implementadas para o gerenciamento de resíduos no município.

Realizar análises comparativas entre os dados levantados para o município e dados reportados na literatura para municípios de mesmo porte.

Análise qualitativa dos estudos incluídos pela RSL, evidenciando estratégias de gerenciamento que deram resultados positivos e que podem ser implementadas em realidades similares.

Com base na análise gravimétrica, realizar um prognóstico específico para o município objeto do estudo, que possa contribuir para a gestão integrada e ambientalmente adequada dos resíduos.

REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 10004 de 31 de maio de 2004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABRELPE. (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. 2019. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 11 dez. 2019.
- ABRELPE. (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. 2020. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- AGEVAP. (Associação pró-gestão das águas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul). **Diretrizes para elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS)**. Resende (RJ) 2014. Disponível em: <<http://www.agevap.org.br/down.php?id=1235>>. Acesso em: 11 dez. 2020.
- ALBERTIN, Ricardo M.; MORAES, Eliene; SILVA, Frederico F.; CORVELONI, Elida P. M.; ANGELIS NETO, Generoso; ANGELIS NETO, Bruno D.. Proposta de ampliação do programa de coleta seletiva para o município de São Jorge do Ivaí no Estado do Paraná. **Agro@ambiente, [S. l.]**, v. v.5, n. n.1, p. 75-81, 1 fev. 2011. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/viewFile/415/435>. Acesso em: 1 dez. 2021
- 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.
- ALKMIN, Denise; RIBEIRO JUNIOR, Leopoldo. 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.
- ALMEIDA, G.; SILVEIRA, R.; ENGEL, V. (2020). Coleta e Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos: Contribuição ao Debate da Sustentabilidade Ambiental. **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.
- ALMEIDA, Raquel Gomes de. ESTUDO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES URBANOS DO MUNICÍPIO DE CAÇADOR SC, Á PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA: Á 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/1893>. Acesso em: 25 nov. 2021.
- ARANTES, V.; PEREIRA, R. Análise Crítica dos 10 Anos de Criação e Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. **Revista Linceu**, nº 11, p. 48-66, jan. 2021.

ARAÚJO, Narcísio C.; SOARES, Bruna B.; SUASSUNA, Rita de Cascia A.; ESPÍRITO SANTO, Fábio S.; SANTOS, Marcelo S. T.; QUEIROZ, Abílio José P.. Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade de Santa Cecília/Paraíba. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.7, p.90-97, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.007.0009>.

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.

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Perfil: MG**. Disponível em: < <https://atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>>. Acesso em: 11 dez. 2020.

AZEVEDO, Ricardo R.; AQUINO, André Carlos B.. O planejamento em municípios de pequeno porte em São Paulo. **revista de contabilidade e organização**, nº 26, p. 63-76, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/rco.v10i26.111202>.

BARBOSA FILHO, Waldner. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE MAMANGUAPE - PB: PARADIGMAS DA GESTÃO AMBIENTAL LOCAL. **Revista de geografia acadêmica**, [s. l.], v. 8, ed. 2, p. 82-93, 26 ago. 2021. Disponível em: <https://doaj.org/article/646914187a3d4d05be6e8d521003058b>. Acesso em: 18 fev. 2021.

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

BARROS JÚNIOR, Carlos; TAVARES, Célia Regina G.; BARROS, Sueli Teresa D.. Modelo de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos – estudo para o município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Technology**, maringá, v. 25, ed. 1, p. 17-25, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/251066932_Modelo_de_gestao_integrada_de_residuos_solidos_urbanos_-_estudo_para_o_municipio_de_Maringa_Estado_do_Parana_-_DOI_104025actascitechnolv25i12231. Acesso em: 18 fev. 2021.

BERTICELLI, Ritielli; KORF, Eduardo pavan. Diretrizes para elaboração de um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. **Revista de Engenharia Civil IMED**, [s. l.], v. 3, ed. 1, p. 19-24, jan./jun. 2016. DOI DOI: 10.18256/2358-6508/recimed.v3n1p19-24. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/revistaec/>. Acesso em: 26 jan. 2021.

BIANCO, Tatiani. **MODELO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COMO ELEMENTO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL: UMA ANÁLISE DOS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARANÁ**. 2018. Tese (Doutora em desenvolvimento regional e agronegócio) - Disscente, [S. l.], 2018. Disponível em: http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4160/2/Tatiani_Bianco_2018.pdf. Acesso em: 23 fev. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNRS)**. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 05 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília. Disponível em: < Lei nº 11.445 (planalto.gov.br)>. Acesso em: 05 dez. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. 2010. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 05 out. 2020.

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.

CARTAXO, Paulo Henrique A.; LUNA, Igor R. G.; NASCIMENTO, Izaias S.; SILVA, Maciel R.; SILVA, Kardelan A.; SANTOS, João Paulo 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.

CORBELLA, Oscar D.; BARBOSA, Gisele S.; DRACH, Patricia R. C.. Sustainable Parameters for Latin American Cities. **World renewable energy congress**, [S. l.], 2011. world renewable energy congress 2011, Sweden.

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.

DIAS, Edson. os (des) encontros internacionais sobre meio ambiente: da conferência de estocolmo à rio+20 - expectativas e contradições. **Caderno prudente de geografia**, Presidente prudente, ano 39, v. 1, p. 06=33, 1 jul. 2017. Disponível em: <<https://revista2.fct.unesp.br/index.php/cpg/issue/view/345>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

ENDLICH, Ângela Maria. **Pensando os papéis e significados das pequenas cidades**. UNESP, 2006.

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.

_____. 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/BIBLIOTECA/MINAS_SEM_LIXOES/Composicao_Gravimetrica.pdf>. Acesso em: 04 set. 2021.

_____. 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.

_____. 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.

FEITOSA, Anny K.; BARDEN, Júlia E.; KONRAD, Odorico. Análise Gravimétrica na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Revisão Sistemática. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago**, [s. l.], v. 12, ed. 1, p. 131-146, 2018 jan./jun. DOI: 10.19180/2177-4560.v12n12018p131-146. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326528035_Analise_gravimetrica_na_gestao_de_residuos_solidos_urbanos_uma_revisao_sistematica. Acesso em: 29 jan. 2021.

FERNANDO, Agostinho; LIMA, Samuel. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE MAXIPE/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.

FERREIRA, Iara J. S.; GONÇALVES, Emanuela; RODRIGUES, Heitor S.; AMORIM, Miriam Cleide 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.

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/2017, p. 83-99.

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>.

GALDINO, Silvana; MARTINS, Carlos. 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.

GONÇALVES, Adriani T. T.; MORAES, Flávia T. F.; MARQUES, Guilherme L.; LIMA, Josiane P.; LIMA, Renato S.. Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. **Ambiente e água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, [s. l.], 2018. DOI <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2157>. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>. Acesso em: 20 jan. 2021.

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.

GUO, Suxin; ZHONG, Sheng; ZHANG, Aidong.. 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.

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

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

_____. **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.

_____. **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.

_____. **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.

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

IKHLAYEL, Mahdi. A Systematic Life Cycle Thinking Approach to Develop Sustainable Municipal Solid Waste Management Systems for Developing Countries. **CLEANER PRODUCTION**, [s. l.], p. 2-59, jan 2018. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.01.057. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618300659>. Acesso em: 14 jan. 2021.

JANUÁRIO, Mauro; FERNANDES, Flávia Regina; VALERIO, Maria Aparecida; MACEDO, Rogério. 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.

LEIN, Flávio Bordino; GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino; JAYO, Martin. 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. **Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s. l.], v. 10(1), p. 140-153, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/wT89zMbRXKq4P8tKfFkByVK/>. Acesso em: 20 maio 2021.

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.

LISBOA, Severina Sarah; HELLER, Léo; SILVEIRA, Rogério B.. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Engenharia sanitária ambiental**, [s. l.], v. 18, ed. 4, p. 341-348, 20 ago. 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000400006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/994sJtj6TWMPMFgFGRF8Fzk/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MACHIONE, Eduardo. 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.

MARTINS, Benedito; ESGUICERO, Fabio; MANFRINATO, Jair Wagner. Resíduos sólidos urbanos: um modelo de gestão em municípios de pequeno porte e médio porte. **Gestão da produção, Operações e Sistemas - GEPROS**, [S. l.], ano 4, n. 2, p. 123-137, 2009. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/751>. Acesso em: 22 jun. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual Resíduos Sólidos.** Disponível em: . Acesso em: 2 nov. 2020.

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.

MONTEIRO, José Henrique P.; FIGUEIREIDO, Carlos E.M.; MAGALHÃES, Antônio F.; MELO, Marco Antônio F.; BRITO, João Carlos X.; ALMEIDA, Tarquínio P. F.; MANSUR, Gilson L.. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: < http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/manual_girs.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MOHER, David; LIBERATI, Alessandro; Altman, Douglas G.; The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **Guidelines and Guidance**, [s. l.], v. 6, 2019. Disponível em: <http://prisma-statement.org/>. Acesso em: 1 fev. 2021.

NEVES, Luana; QUADROS, Suiane; LUTINSKI, Junir Antonio; BUSATO, Maria; LUCIMARE, Lucimare. 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.

OLIVEIRA, Thais; GALVÃO JUNIOR, Alceu. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **Engenharia sanitária ambiental**, [s. l.], v. 21, ed. 1, p. 55-64, 1 jan. 2016. DOI DOI: 10.1590/S1413-41520201600100155929. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301344795_Planejamento_municipal_na_gestao_dos_residuos_solidos_urbanos_e_na_organizacao_da_coleta_seletiva>. Acesso em: 21 abr. 2021.

PCS - PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **O Programa**. São Paulo, 2012. Disponível em: . Acesso em: < [Home - Cidades Sustentáveis \(cidadessustentaveis.org.br\)](http://www.cidadessustentaveis.org.br/)>. Acesso em: 14 dez. 2020.

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.

PORTAL ODS. **Erradicação da pobreza**. Disponível em: <<<http://rd.portalods.com.br/relatorios/9/erradicacao-da-pobreza/BRA003031154/carmo-de-minas---mg>>. Acesso em: 11 dez. 2020.

REIGOTA, MARCOS. A Educação Ambiental frente aos desafios apresentados pelos discursos contemporâneos sobre a natureza. **EDUCAÇÃO E PESQUISA**, v. 36, ed. 2, p. 539-553, 2010. Disponível

em:<<https://www.scielo.br/j/ep/a/t6vHFr9mPM8BYVFvdtbGBjv/?format=pdf>>. Acesso em: 1 jan. 2021.

SANTOS, Rafaela Ediene; SANTOS, Ivan Felipe Silva; BARROS, Regina Mambeli; BERNAL, Andressa Picionieri; TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio; SILVA, Fernando das Graças Braga. 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.

SANTOS JUNIOR, Robério S.; FEITOSA, Eline P. S; SANTOS, Ester 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.

SILVA, Christian L.; WEINS, Niklas; POTINKARA, Maija. Formalizing the informal? A perspective on informal waste management in the BRICS through the lens of institutional economics. **Waste management**, [s. l.], p. 79-89, 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.023>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X19305422>. Acesso em: 16 fev. 2021.

SISINNO, C. L. S. **Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.12, n.4, p. 515-523,1996.

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.

SILVEIRA, ROSÍ; PHILIPPI, LUIZ SÉRGIO. Consórcios Públicos: uma alternativa viável para a gestão regionalizada de resíduos sólidos urbanos. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 13, ed. 1, p. 205-224, 2008. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/download/410/1486>. Acesso em: 20 jan. 2021.

SOBRINHO, Maria elena; GUEDES, Cezar. 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.

SOARES, Ana Paula. **CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE MANHUMIRIM / MINAS GERAIS – COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2014, Belo horizonte. , 2014. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/congresso5.htm>. Acesso em: 26 jan. 2021.

SOARES, E. L.S. F. **Estudo da caracterização gravimétrica e poder calorífico dos resíduos sólidos urbanos**. 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SOARES, Lorena; MADUREIRA, Amanda. CENÁRIOS QUE DESAFIAM A IMPLEMENTAÇÃO EMERGENCIAL DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA QUESTÃO AMBIENTAL E DE SAÚDE. **Revista de direito e sustentabilidade**, [s. l.], v. 4, ed. 2, p. 74-89, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/210565589.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2021.

SOLIANI, Rodrigo D.; KUMSCHLIES, Márcia C. G.; SCHALCH, Valdir. A gestão de resíduos sólidos urbanos como estratégia de sustentabilidade. **Revista espacios**, [s. l.], v. 40, ed. 3, p. 9, 1 dez. 2019. Disponível em: <file:///Archivos/espacios2017/a19v40n03/in194003.html>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SOUTO, Francisco; RAIMAM, Milena; ALBINO, Ulisses. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM PORTO DE MOZ – PA: PA: PROBLEMAS E OPORTUNIDADES. **Rev. Geogr. Acadêmica**, [S. l.], ano xii, v. v.7, n. n.2, p. 85-94, 17 dez. 2021. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rga/article/view/2993>. Acesso em: 1 dez. 2021.

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

STEPHAN, Ítalo; SOUZA MARIA, Ana Cristina. OS DESAFIOS DO PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANOS EM PEQUENAS CIDADES DE MINAS GERAIS. **Revista nacional de gerenciamento de cidades**, [s. l.], ano 15, v. 3, p. 124-141, 2015. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/download/996/1019. Acesso em: 18 jan. 2021.

TAVARES, R. C. **Composição gravimétrica: Uma ferramenta de planejamento e gerenciamento do resíduo urbano de Curitiba e região metropolitana**. 2007. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Programa Profissionalizante em Desenvolvimento de Tecnologia (PRODETEC), Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) e Instituto de Engenharia do Paraná (IEP), Curitiba, 2007.

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.

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.

WCED (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento). **Nosso futuro comum**. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido, 1987.

APÊNDICE A – Estudos obtidos através da RSL

Quadro A – Dados dos estudos selecionados para a análise bibliométrica. (continua)

Referência	Título	Tipo	Autores	Cidade	Estado	Ano
FLORES NETO, 2002	Estudo da composição gravimétrica, física, química e bacteriológica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa (PB).	Dissertação	Josue Peixoto Flores Neto	João Pessoa	Paraíba	2002
BARROS JR; TAVARES; BARROS, 2003	Modelo de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos - estudo para o município de maringá, Estado do Paraná	Artigo Técnico	Carlos de Brros Júnior; Célia Regina Granhen Tavares e Sueli Teresa Davantel de Barros	Maringá	Paraná	2003
SANTA LUZIA, 2018	PMGIRS SANTA LUZIA, 2018	PMGIRS	Prefeitura de Santa Luzia	Santa Luzia	Minas Gerais	2007
CORNIERI, 2011	Programa Municipal de Coleta seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos em Santo André - SP: um estudo a partir do ciclo da política	Dissertação	Marina Gonzalbo Cornieri	Santo André	São Paulo	2008
MARTINS et al., 2009	Resíduos sólidos urbanos - um modelo de gestão em municípios de pequeno e médio porte	Artigo técnico	Martins, Benedito ; Esguicero, Fabio ; de Souza Manfrinato, Jair	Lençóis Paulistas	São Paulo	2009
BETIM, 2009	PMGIRS BETIM, 2009	PMGIRS	Prefeitura Municipal	Betim	Minas Gerais	2009
ALCANTRA, 2010	COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DO MUNICÍPIO DE CÁCERES-MT	Dissertação	ARLEME JANISSARA DE OLIVEIRA ALCANTARA	Cáceres	Mato Grosso	2010
	DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE FLÓRIDA PARANÁ.	Artigo Técnico	Ricardo Massulo Albertin, Eliene Moraes, Generoso De Angelis Neto, Bruno Luiz Domingos De Angelis, Elida Corveloni, Frederico Fonseca da Silva	Flórida	Paraná	2010
CARVALHO et al., 2010	COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS DO CENTRO DA CIDADE DE BARREIRAS – BAHIA	Artigo Técnico	José Leonardo Vanderlei de Carvalho; Simone Cristina de Jesus; Roberto Bagattini Portella	Barreiras	Bahia	2010
LIMA; et al., 2010	Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos urbanos em Pirambu/SE para a busca do desenvolvimento sustentável	Artigo Técnico	Lima, Ângela Patrícia Silva de Almeida, Lays Carvalho de Menezes, Maria de Lourdes de Jesus Casado, Ana Patrícia Barretto Brasileiro, Gisela Azevedo Menezes	Pirambu	Sergipe	2010
CAMAÇARI/BA, 2015	PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PMGIRS)	PMGIRS	PREFEITURA + SANEANDO, PROJETOS E CONSULTORIAS	Camaçari	Bahia	2010
PORTO ALEGRE, 2013	PMGIRS	PMGIRS	PREFEITURA DE PORTO ALEGRE	Porto Alegre	Rio Grande do Sul	2010
NAGASHIMA, et al., 2011	Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos - uma proposta para o município de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil	Artigo Técnico	Lucila Akiko Nagashima; Carlos de Barros Júnior; Cintia Cristiane de Andrade; Ecrison Tenório da Silva; Carolina Hoshika	Paranavaí	Paraná	2011
ALBERTIN, et al., 2011	Proposta de Ampliação do programa de coleta seletiva para o município de São Jorge do Ivaí no Estado do Paraná	Artigo Técnico	Ricardo Massulo Albertin; Eliene Moraes; Frederico Fonseca da Silva; Elida de P. Moraes Corveloni; Generoso de Angelis Neo; Bruno Domingos de Angelis Neto	São Jorge do Ivaí	Paraná	2011

Quadro A – Dados dos estudos selecionados para a análise bibliométrica. (continua)

Referência	Título	Tipo	Autores	Cidade	Estado	Ano
SOARES, 2011	ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA E PODER CALORÍFICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	Dissertação	Erika Leite de Souza Ferreira Soares	Nova Iguaçu	Rio de Janeiro	2011
ALMEIDA, 2012	ESTUDO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES URBANOS DO MUNICÍPIO DE CAÇADOR SC, Á PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA	Artigo Técnico	Raquel Gomes de Almeida	Caçador	Santa Catarina	2012
PEGIRS/RN, 2012	PEGIRS / RN	PMGIRS	GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE / SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH/RN	Natal	Rio Grande do Sul	2012
PORTÃO, 2012	PMGRS	PMGIRS	KEYASSOCIADOS E PROSINOS	Portão	Rio Grande do Sul	2012
ESTEIO, 2012	PMGRS	PMGIRS	KEYASSOCIADOS E PROSINOS	Esteio	Rio Grande do Sul	2012
GRAMADO, 2012	PMGIRS	PMGIRS	KEYASSOCIADOS E PROSINOS	Gramado	Rio Grande do Sul	2012
FORTALEZA, 2012	DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS . SUBPRODUTO 3.2	PMGIRS	SANETAL, ENGENHARIA	Fortaleza	Ceará	2012
SÃO PAULO, 2012	PMGIRS	PMGIRS	PREFEITURA DE SÃO PAULO	São Paulo	São Paulo	2012
COSTA et al., 2012	GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMICILIARES E PERFIL SOCIOECONÔMICO NO MUNICÍPIO DE SALINAS, MINAS GERAIS	Artigo Técnico	Leonardo Estefanini Barreto Costa; Sílvia Kimo Costa; Neylor Alves Calasans Rego; Milton Ferreira da Silva Junior	Salinas	Minas Gerais	2012
BUTIÁ, 2013	PMGIRS	PMGIRS	PREFEITURA DE BUTIÁ + CAAMPANA E CAMPANI EMPRES)	Butiá	Rio Grande do Sul	2013
CAMPINA DAS MISSÕES, 2013	PMGIRS	PMGIRS	ECOMASTER, ENGENHARIA AMBIENTAL	Campina das Missões	Rio Grande do Sul	2013
CIDAS - CONSÓRCIO	PMGIRS	PMGIRS CONSORCIADO	Governo do Estado de Minas Gerais + SEMAD + FEAM	Albertina	Minas Gerais	2013
CIDAS - CONSÓRCIO	PMGIRS	PMGIRS CONSORCIADO	Governo do Estado de Minas Gerais + SEMAD + FEAM	Bueno Brandão	Minas Gerais	2013
CIDAS - CONSÓRCIO	PMGIRS	PMGIRS CONSORCIADO	Governo do Estado de Minas Gerais + SEMAD + FEAM	Inconfidentes	Minas Gerais	2013
CIDAS - CONSÓRCIO	PMGIRS	PMGIRS CONSORCIADO	Governo do Estado de Minas Gerais + SEMAD + FEAM	Jacutinga	Minas Gerais	2013
CIDAS - CONSÓRCIO	PMGIRS	PMGIRS CONSORCIADO	Governo do Estado de Minas Gerais + SEMAD + FEAM	Monte São	Minas Gerais	2013
CIDAS - CONSÓRCIO	PMGIRS	PMGIRS CONSORCIADO	Governo do Estado de Minas Gerais + SEMAD + FEAM	Ouro Fino	Minas Gerais	2013
CIDAS - CONSÓRCIO	PMGIRS	PMGIRS CONSORCIADO	Governo do Estado de Minas Gerais + SEMAD + FEAM	Tocos do Moji	Minas Gerais	2013
SOUTO; et al., 2013	Resíduos sólidos urbanos em Porto de Moz _ PA: problemas e oportunidades	Artigo Técnico	Francisco borges Duarte Souto; Milena Pupo Raimam; Ulisses Brigatto Albino	Poró de Moz	Pará	2014

Quadro A – Dados dos estudos selecionados para a análise bibliométrica. (continua)

Referência	Título	Tipo	Autores	Cidade	Estado	Ano
FILHO BARBOSA et al., 2014	Plano de gerenciamento de resíduos sólidos do município de Mamanguape--(PB): paradigmas da gestão ambiental local.(texto em português)	PMGIRS	Filho, Waldner Gomes Barbosa	Mamanguape (PB)	Paraíba	2014
SOARES, 2014	CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE MANHUMIRIM / MINAS GERAIS – COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA	Artigo Técnico	Ana Paula Soares	Manhumirim	Minas Gerais	2014
VERA CRUZ, 2014	PMGIRS	PMGIRS	WECOS	Vera Cruz	São Paulo	2014
São João da mata, 2014	PMGIRS	PMGIRS	META ENVIRON ENGENHARIA LTDA	São João da mata	Minas Gerais	2014
GALDINO; MARTINS, 2015	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional de um município de pequeno porte	Artigo técnico	Silvana de Jesus Galdino; Carlos Humberto Martins	Mamborê (PR)	Paraná	2015
COSTA, 2015	Estudo de caso sobre a produção quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade de Lagoa da Prata	Dissertação	Paulo Robinson Pereira Costa	Lagoa da Prata	Minas Gerais	2015
PINHEIRO MACHADO, 2015	PMGIRS	PMGIRS	PREFEITURA MUNICIPAL	Pinheiro machado	Rio grande do Sul	2015
SERRA DO SALITRE, 2015	PMGIRS Serra do Salitre	PMGIRS	Marcelle Abraão de Carvalho	Salitre	Minas Gerais	2015
ITAPEVA, 2015	PMGIRS Itapeva	PMGIRS	N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP	Itapeva	Minas Gerais	2015
SIQUEIRA et al., 2016	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Nova Ponte (MG)	Artigo técnico	Hygor Evangelista Siqueira ; Amilton Diniz E Souza ; Antônio Carlos Barreto ; Vera Lúcia Abdala	Nova Ponte (MG)	Minas Gerais	2016
FERLA, 2016	COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS AVALIANDO O POTENCIAL PARA COMPOSTAGEM E RECICLAGEM NO MUNICÍPIO DE GARIBALDI/RS	Dissertação	Fernanda Ferla	Garibaldi	Rio Grande do sul	2016
SALTINHO, 2016	PMGIRS	PMGIRS	B E B ENGENHARIA LTDA	Saltinho	São Paulo	2016
EUGENÓPOLIS, 2016	PMGIRS	PMGIRS	AGEVAP, CEIVAP	Eugenópolis	Minas Gerais	2016
CAPITÓLIO, 2016	PMSB	PMSB	Prefeitura de Capitólio	Capitólio	Minas Gerais	2016
ALKMIN; RIBEIRO JR, 2017	Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) do lixão do município de Maria da Fé (MG)	Artigo Técnico	Denise Verônica Alkmin; Leopoldo Uberto Ribeiro Junior	Maria da Fé	Minas Gerais	2017
CAMPOS et al., 2017	Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos do município de Iomerês (SC), através de uma análise quantitativa e qualitativa	Artigo Técnico	Roger Francisco Ferreira de Campos; Tiago Borga; Adilson Sartorel	Iomerê (SC)	Santa Catarina	2017

Quadro A – Dados dos estudos selecionados para a análise bibliométrica. (continua)

Referência	Título	Tipo	Autores	Cidade	Estado	Ano
SILVA; ROSSONI, 2017	CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS NO ATERRO CONTROLADO NO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO DAS NEVES-MG	Artigo Técnico	Márcia Aparecida Silva; Hygor Aristides Victor Rossoni Rossoni	Ribeirão das Neves	Minas Gerais	2017
SILVA, 2018	CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA-PARÁ	Artigo Técnico	Larissa Abrão Silva (*), Glogria Barbosa De Lima de Farias, Francisco Daniel Mota Lima	Bragança	Pará	2018
ARAÚJO et al., 2018	Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Snata Cecília / Paraíba	Artigo Técnico	Narcísio Cabral de Araújo; Bruna Borges Soares; Rita de Cascia Avelino Suassuna; Fábio da Silva do Espírito Santo; Marcelo Soares Teles Santos; Abílio José Procópio Queiroz;	Santa Cecília	Paraíba	2018
LIMA et al., 2018	ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE UM ATERRO SANITÁRIO	Artigo Técnico	P. G. Lima* , G. E. Destro, S. S. Braga Junior, J. C. Forti	x	São Paulo	2018
PORTO FERREIRA, 2018	PMGIRS	PMGIRS	PREFEITURA MUNICIPAL	Porto Ferreira	São Paulo	2018
SÃO JOSÉ DE ESPINHARAS, 2018	PMGIRS	PMGIRS	PREFEITURA MUNICIPAL	São José de Espinharas	PARAÍBA	2018
FEIJÓ, 2018	PMGIRS	PMGIRS	CONCEPT	Feijó	Acre	2018
PINHEIRAL, 2018	PMGIRS	PMGIRS	AGEVAP, CEIVAP	Pinheiral	Rio de Janeiro	2018
FERREIRA et al., 2019	Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos e dimensionamento de área para aterro sanitário no município de Sobradinho-BA	Artigo técnico	Iara Jeanice Souza Ferreira ; Emanuela Gonçalves ; Heitor de Santana Rodrigues ; Miriam Cleide Cavalcante de Amorim	Sobradinho (BA)	Bahia	2019
CARTAXO et al., 2019	Geração de resíduos sólidos urbanos no semiárido brasileiro: análise de sustentabilidade a partir da aplicação da pegada ecológica	Artigo Técnico	.Paulo Henrique de Almeida Cartaxo ; Igor Revelles Gomes Luna ; Izaías Romário Soares Do Nascimento ; Maciel Rocha Da Silva ; Kardelan Arteiro Da Silva ; João Paulo de Oliveira Santos	Poço das Trincheiras (AL)	Alagoas	2019
SILVA et al., 2019	CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PETROLINA/PE	Artigo Técnico	David José Oliveira da Silva; Iago Santos Calábria; Walter de Moraes Calábria Junior	Petrolina	Pernambuco	2019
ARATUÍPE, 2020	DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS . SUBPRODUTO 3.1	PMGIRS	CONSÓRCIO	Aratuípe	Bahia	2019
PALMA, 2019	PMGIRS	PMGIRS	AGEVAP + PREFEITURA	Palma	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Água Comprida	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Campo Florido	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Comendador Gomes	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Conceição das Alagoas	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Conquista	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Delta	Minas Gerais	2019

Quadro A – Dados dos estudos selecionados para a análise bibliométrica. (continuação)

Referência	Título	Tipo	Autores	Cidade	Estado	Ano
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Planura	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Veríssimo	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO VITAL, 2019	CONSÓRCIO VITAL	PMGIRS Consorciado	Ambiental Engenharia e Consultoria	Sacramento	Minas Gerais	2019
NEPOMUCENO, 2020	NEPOMUCENO, 2020	PMGIRS Consorciado	Consane Consórcio	Nepomuceno	Minas Gerais	2019
CONSÓRCIO RK/ENGECONSUL, 2020	CONSÓRCIO RK/ENGECONSUL	PMGIRS Consorciado	RK Engenharia + Engeconsult + Bahia Prodeturnacional	Jaguaripe	Bahia	2019
CONSÓRCIO RK/ENGECONSUL, 2020	CONSÓRCIO RK/ENGECONSUL	PMGIRS Consorciado	RK Engenharia + Engeconsult + Bahia Prodeturnacional	Salinas das Margaridas	Bahia	2019
CONSÓRCIO RK/ENGECONSUL, 2020	CONSÓRCIO RK/ENGECONSUL	PMGIRS Consorciado	RK Engenharia + Engeconsult + Bahia Prodeturnacional	Nazaré	Bahia	2019
CONSÓRCIO RK/ENGECONSUL, 2020	CONSÓRCIO RK/ENGECONSUL	PMGIRS Consorciado	RK Engenharia + Engeconsult + Bahia Prodeturnacional	Muniz Ferreira	Bahia	2019
PMGIRS SÃO FRANCISCO DO GLÓRIA, 2019	PMGIRS SÃO FRANCISCO DO GLÓRIA, 2019	PMGIRS	Ideal Consultoria Ambiental e Urbanística + AGEVAP	São Francisco do Glória	Minas Gerais	2019
SANTOS et al., 2020	Geração de resíduos sólidos urbanos: aplicação de um indicador de sustentabilidade em um município do semiárido alagoano	Artigo Técnico	Patrícia Da Costa Santos ; Allani Christine Monteiro Alves Da Rocha ; Elysson David de Santana Lima ; João Paulo de Oliveira Santos ; Kennedy Santos Gonzaga ; Paulo Henrique de Almeida Cartaxo ; Adriana Da Silva Santos ; Luis Eugênio Lessa Bulhões ; Williams Raphael de Souza Morais	Dois Riachos	Alagoas	2020
BRAGAGNOLO et al., 2020	Composição gravimétrica e estimativa de geração per capita municipal de resíduos sólidos urbanos destinados ao Aterro Sanitário de Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil	Artigo Técnico	Lucimara Bragagnolo , Suéllen Tonatto Ferrazzo , Fernanda Machado Brum , Eduardo Pavan Korf e Altemir José Mossi	Palmeira das Missões	Rio Grande do Sul	2020
PMGIRS RECREIO, 2020	PMGIRS RECREIO, 2020	PMGIRS	Ideal Consultoria Ambiental e Urbanística	Recreio	Minas Gerais	2020
MEIRELES, SOUZA, 2021	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E APROVEITAMENTO PARA RECICLAGEM: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CAPANEMA, PARÁ	Dissertação	FÁDIA CRISTINE DE SOUZA MEIRELES PAULO ALMEIDA DE SOUZA	Capanema	Pará	2021

Fonte: Elaboração própria (2021)