



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - PPGESA

**ESTUDO GRAVIMÉTRICO DE RESÍDUOS DOS GRANDES
GERADORES SUPERMERCADISTA; ATACADISTA,
HOTELARIA E RESTAURANTES NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELÉM - PA**

ENG.º RAYMUNDO DA COSTA FRANÇA NETO

ORIENTADORA PROFA. MSC. M.ª DE VALDÍVIA C. NORAT

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**



BELÉM (2022)



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**ESTUDO GRAVIMÉTRICO DE RESÍDUOS DOS GRANDES GERADORES
SUPERMERCADISTA; ATACADISTA, HOTELARIA E RESTAURANTES NA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM - PA**

RAYMUNDO DA COSTA FRANÇA NETO

**BELÉM
2023**



RAYMUNDO DA COSTA FRANÇA NETO

**ESTUDO GRAVIMÉTRICO DE RESÍDUOS DOS GRANDES GERADORES
SUPERMERCADISTA; ATACADISTA, HOTELARIA E RESTAURANTES NA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM - PA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental de Universidade Federal do Pará-PPGESA/UFPA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental. Área de concentração: Hidráulica e Saneamento. Linha de Pesquisa: Planejamento, Monitoramento, Operação e Controle de Sistema de Saneamento sob a da professora Mestra Maria de Valdivia Costa Norat

**BELÉM
2023**



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

F814e FRANÇA, RAYMUNDO DA COSTA FANÇA NETO.
ESTUDO GRAVIMÉTRICO DE RESÍDUOS DOS
GRANDES GERADORES
SUPERMERCADISTA, ATAÇADISTA, HOTELARIA E
RESTAURANTES NA REGIÃO METROPOLITANA DE
BELÉM-PA / RAYMUNDO DA COSTA FANÇA NETO
FRANÇA. — 2023.
76 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. MSc. Maria de Valdivia Costa Norat
Norat

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental, Belém, 2023.

1. COMPOSTAGEM. 2. GRAVIMETRIA . 3.
GRÁFICOS. 4. TABELAS. 5. TESTE DE KRUSKALL-
WALLIS. I. Título.

CDD 628.445



RAYMUNDO DA COSTA FRANÇA NETO

**ESTUDO GRAVIMÉTRICO DE RESÍDUOS DOS GRANDES GERADORES
SUPERMERCADISTA; ATACADISTA, HOTELARIA E RESTAURANTES NA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM - PA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará – PPGSA/UFPA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental. Área de concentração: Hidráulica e Saneamento. Linha de Pesquisa: Planejamento, Monitoramento, Operação e Controle Orientação: Me. Maria de Valdivia Costa Norat.



Data da aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Profa. Me. Maria de Valdivia Costa Norat (Orientadora)
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Neyson Martins Mendonça
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Aurelio Pessoa Picanço
Universidade Federal de Tocantins

BELÉM
2023



RESUMO

O referido estudo aborda características físicas de gravimetria, apresentando como contexto a condição de característica dos resíduos para melhor aproveitamento dos resíduos recicláveis para reciclagem, com resíduos sólidos orgânicos digeríveis através de tecnologias que possam ter melhor aproveitamento. O estudo apresenta como objetivo central a identificação através de dados gravimétricos da possível relevância técnica para os resíduos gerados pelos grandes geradores da região metropolitana de Belém, para uma melhor utilização dos resíduos. Dessa forma terá uma contribuição para o aumento da vida útil do aterro sanitário que é localizado na área em estudo. A importância de dados gravimétricos para a sobrevivência dos aterros sanitários se dá pois é uma ferramenta importante no aspecto de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, permitindo a análise dos dados quantitativos e qualitativos da gravimetria dos grandes geradores, permitindo apresentar o das dificuldades e as possibilidades para implantação do sistema de destinação com melhor aproveitamento dos resíduos e identificar quais são os grandes geradores de resíduos sólidos na atual conjuntura na Região Metropolitana de Belém. O desenvolvimento desta pesquisa foi dividido por dados primários e secundários; análise de dados para fins de resultados referente ao estudo de gravimetria, foram analisados estatística descritiva; análise gravimétrica por gráfico; análise da composição gravimétrica de RS por meio de gráficos boxplot; teste de Kruskal-Wallis – GG; e o estudo literários para embasamento. Os resultados da pesquisa mostram que a quantidade de matéria orgânica digerível, como a maior potência nos resíduos, entorno de 80,9% confirmando que o resíduo orgânico dos grandes geradores é totalmente evitável par destinação de aterro sanitário, devendo ser direcionado pata tratamentos com tecnologia sustentável em produção de energia ou compostos, levando a reflexões pertinente dos resíduos para propor técnicas de compostagem, gerando insumos do resíduo para agricultura.

Palavras-chave: Compostagem, Gravimetria, Gráficos, Tabelas, Teste de Kruskal-Wallis.



ABSTRACT

This study addresses physical characteristics of gravimetry, presenting as a context the characteristic condition of waste for better use of recyclable waste for recycling, with organic solid waste digestible through technologies that can be better used. The main objective of the study is to identify, through gravimetric data, the possible technical relevance for the waste generated by large generators in the metropolitan region of Belém, for a better use of waste. In this way, it will have a contribution to increase the useful life of the sanitary landfill located in the area under study. The importance of gravimetric data for the survival of sanitary landfills is because it is an important tool in terms of the Solid Waste Management Plan, allowing the analysis of quantitative and qualitative data from the gravimetry of large generators, allowing to present the difficulties and possibilities to implement a disposal system with better use of waste and to identify which are the major generators of solid waste in the current situation in the Metropolitan Region of Belém. The development of this research was divided by primary and secondary data; data analysis for the purpose of results regarding the study of gravimetry, descriptive statistics were analyzed; gravimetric analysis by graph; analysis of the gravimetric composition of RS through boxplot graphs; Kruskal-Wallis test – GG; and literary study for foundation. The results of the survey show that the amount of digestible organic matter, as the highest power in the waste, is around 80.9%, confirming that the organic waste from large generators is completely avoidable for disposal in landfills, and should be directed to treatments with technology sustainable production of energy or compounds, leading to relevant reflections on waste to propose composting techniques, generating waste inputs for agriculture.

Keywords: Composting, Gravimetry, Graphics, Tables, Kruskal-Wallis Test.



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Mapa de localização da área de estudo.....	35
Figura 02 - Pesagem do resíduo sólido segregado.....	37
Figura 03 - Caixa estacionárias - ROLL- ON.....	37



LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Fluxograma etapas de pesquisa	38
---	----



LISTA TABELAS

Tabela 01: Estatística descritiva – Geral.....	39
Tabela 02: Estatística descritiva – Por roteiro R1.....	40
Tabela 03: Estatística descritiva – Por roteiro R2.....	41
Tabela 04: Estatística descritiva – Por roteiro R3.....	42
Tabela 05: Estatística descritiva – Por roteiro R4.....	43
Tabela 06: Estatística descritiva – Por roteiro R5.....	44
Tabela 07: Estatística descritiva – Por roteiro R6.....	45



LISTA GRÁFICOS

Gráfico 01 - Composição gravimétrica média de RS – GG.....	47
Gráfico 02 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R01.....	47
Gráfico 03 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R02.....	48
Gráfico 04 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R03.....	49
Gráfico 05 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R04.....	49
Gráfico 06 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R05.....	50
Gráfico 07 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R6.....	51
Gráfico 08 – Boxplot da composição gravimétrica de RS – GG.....	52
Gráfico 09 – Boxplot da composição gravimétrica de PET – GG -RO1 A RO6.....	52
Gráfico 10 – Boxplot da composição gravimétrica de PMD – GG -RO1 A RO6.....	53
Gráfico 11 – Boxplot da composição gravimétrica de PP – GG -RO1 A RO6.....	53
Gráfico 12 – Boxplot da composição gravimétrica de M – GG -RO1 A RO6.....	54
Gráfico 13 – Boxplot da composição gravimétrica de HF – GG -RO1 A RO6.....	54
Gráfico 14 – Boxplot da composição gravimétrica de MOD – GG -RO1 A RO6.....	55



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de normas técnicas
- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- CNI - Confederação nacional da indústria
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- EACFE - Escola de Atividade Complementar Fazendinha Esperança
- FADE - Fundação de apoio ao desenvolvimento da universidade de Pernambuco
- IBGE - Instituto Brasileiro de geografia espacial
- MMA - Ministério do meio ambiente
- MPP- Ministério público do Paraná
- PNMC - Planos Nacionais de Mudanças do Clima
- PPCS - Plano de produção e consumo sustentável
- PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
- PNRS - Política nacional dos resíduos sólidos
- PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental
- RMB - Região Metropolitana de Belém
- PET - Polietileno tereftaleno
- PP - Papel e Papelão
- M - Madeira
- HF – Hortifruti
- MOD – Matéria Orgânica Digerível



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	17
3 REFERENCIAL TEORICO	18
3.1 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	18
3.2 RESÍDUO ORGÂNICO.....	21
3.3 COMPOSTAGEM.....	24
3.4 GRAVIMETRIA.....	30
METODOLOGIA	34
4.1 PLANEJAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DE PESQUISA.....	34
4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	34
4.1.2 FLUXOGRAMA ETAPAS DE PESQUISA.....	35
4.1.3 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NAS COLETAS DAS AMOSTRAS.....	36
UTILIZADAS NO ESTUDO.....	36
4.1.4 PROCEDIMENTOMETODOLOGICO.....	37
4.1.5 CARACTERIZAÇÃO GRAVIMETRICA.....	38
4.1.6 ESTATISTICA ANALITICA.....	40
5 RESULTADOS	41
5.1 ANÁLISE GRAVIMETRICA POR TABELA.....	41
5.2 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMETRICA DE RS POR GRÁFICO.....	49
5.3 ANÁLISE DO COMPOSIÇÃO GRAVIMETRICA DE RS POR MEIO GRÁFICO BOXPLOT.....	56
5.4 TESTE DE KRUSKALL-WALLIS - GG.....	62
5.5. GRANDES GERADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ATUAL CONJUNTURA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – PARÁ.....	66
6 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais ocasionados pelos resíduos sólidos gerados de maneira global, tem sido tratado pelos países de maneira distinta, onde os países desenvolvidos tem apresentado maior relevância a solucionar está problemática, devido aos estudos avançados a realidade vivida, onde a gestão política pública passa a ser mais eficiente, com tomadas de decisões adequadas, mesmo que o fator consumismo atrelado ao poder de compra, ainda esteja muito presente na sociedade moderna, e que deve ser bastante dialogada na sociedade entre as nações , assim como pelos países em desenvolvimento, que ainda buscam alternativas ainda mais sustentáveis para o devido tratamento e destinação adequada dos resíduos sólidos gerados diariamente (SOUSA, 2022)

As consequências ocorridas na sociedade moderna por atividades antrópicas são diversas, pois passaram a ter dificuldades em minimizar os impactos ambientais gerados, que ao longo dos anos, vem comprometendo a vida dos seres vivos e colocando em risco a qualidade de vida das gerações futuras, já que o consumismo e a geração de resíduos é bem superior do que o planeta terra possa suportar, se não houver políticas públicas atuantes com o atual contexto ambiental (DE MENEZES, 2021).

Nos municípios brasileiros quando se questiona a questão dos resíduos sólidos gerados, e o devido tratamento e destinação, deixam muitos gestores públicos de municípios e estados, sem a devida resposta a sociedade, pois o descarte irregular dos resíduos sólidos, não está de acordo, com a política nacional, que regularizou o tratamento e o destino dos resíduos sólidos (PNRS), pois a falta de gestão pública mais adequada a esta realidade, tem contribuído para a atual situação do descarte irregular de resíduos sólidos principalmente em área urbana (MENDES, 2019).

No entanto a PNRS proferida em 2010, trouxe expectativas positivas sobre as soluções tidas como adequadas para o tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Brasil. A ferramenta PNRS é fundamental para a gestão de resíduos, contudo há um grande trajeto a ser feito, haja visto, como já mencionado anteriormente, nem todos os municípios estão adequados conforme a política vigente de resíduos sólidos, devido às limitações apresentadas por parte das

gestões públicas principalmente as municipais, o que impede a prática do plano de gerenciamento de resíduos sólidos de maneira mais adequada (LIMA, 2021).

A quantidade de resíduos sólidos gerados todos os dias nas capitais brasileiras, são frequentes, e que, as tomadas de decisões afim de solucionar os problemas com os resíduos sólidos gerados, deva partir conforme as necessidades da sociedade, pois a (PNRS), e as mudanças ocorridas principalmente no espaço urbano, não vem sendo acompanhada, por políticas públicas condizentes com o atual contexto, onde o resíduo sólido gerado, tem sido o grande vilão para os gestores públicos, pelas dificuldades encontradas para o seu tratamento e destino final.

As dificuldades encontradas pela maioria dos municípios brasileiros, sobre o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos gerados, sem o devido tratamento necessário, podem ocasionar grande quantidade de chorume e gases nocivos ao meio ambiente, até mesmo, pela falta de monitoramento necessário pelos órgãos fiscalizadores.

Os compostos químicos e biológicos carregados pelo chorume podem chegar com facilidade aos lençóis freáticos prejudicando o consumo de água potável em várias localidades, o que infelizmente, já é uma realidade vivida por muitas famílias, devido à expansão urbana mal planejada, contribuindo para a prática do acúmulo do lixo doméstico e o descarte irregular (DOS SANTOS, 2021).

O referido estudo que abordará características físicas de gravimetria, apresenta como contexto a compostagem dos resíduos sólidos orgânicos digeríveis pelos grandes geradores na região metropolitana de Belém, pois acredita-se na importância desta temática. Para subsidiar o trabalho é apresentado referencial teórico com argumentos pertinentes entre diversos autores sobre a temática em estudo. Bem como técnicas que visem a recuperação e preservação do meio ambiente garantindo qualidade ambiental para com os seres vivos, o que demonstra a relevância deste estudo e sua compreensão. A princípio foi necessário reflexões sobre a expectativa criada pelo tema a ser abordado em relação a importância da aplicabilidade da política nacional do resíduo sólido (PNRS – Lei 12.305/2010) devido as tomadas de decisões, que se fazem necessárias, pela quantidade excessiva de resíduos sólidos gerados principalmente em áreas urbanas.

Na Região Metropolitana de Belém/PA (RMB), local de estudo, apresenta o serviço de coleta do lixo doméstico assim como o tratamento do resíduo, que

acontece no aterro sanitário no município de Marituba, onde as atividades de coleta e destino final do resíduo doméstico são realizados por empresas de iniciativa privada em contrato de prestação de serviços com as prefeituras de Ananindeua e Belém, haja visto que a prefeitura de Marituba em sua atual gestão, é feita a coleta de lixo doméstico pelo próprio município, porém todo resíduo doméstico com destino ao aterro sanitário de Marituba encarece os serviços de tratamento dos resíduos sólidos.

Na pesquisa, nos deparamos com a seguinte hipótese do problema em estudo, “Os dados de gravimetria de resíduos sólidos são informações suficientes para a gestão dos resíduos sólidos nos municípios”.

O estudo estará dividido em 7 seções em relação a temática geral de pesquisa:

Assim a primeira seção compreende dados introdutórios de pesquisa; onde o leitor terá o conhecimento do contexto a ser tratado em pesquisa, assim como, as premissas de autores, para fins de resultados no estudo;

Na segunda seção será descrita, A política nacional dos resíduos sólidos (PNRS) e sua atuação frente as mudanças no meio ambiente e principalmente no espaço urbano.

Nesta terceira seção irá ser abordado a gravimetria dos resíduos sólidos gerados, em que o seu tratamento principalmente no meio urbano é primordial para manter o equilíbrio do homem com o meio ambiente.

A quarta seção, será abordado o resíduo orgânico, o que para sociedade moderna tem o papel fundamental de fertilização e propagação de culturas agrícolas com a sua redução principalmente em aterros sanitários.

Na quinta seção, será descrita informações sobre a compostagem e sua contribuição para o meio ambiente.

Na sexta seção será descrito as etapas metodológicas a fim de investigação da área de estudo, assim como as diretrizes metodológicas a serem aplicadas no estudo.

No sétimo e última seção será exposto os resultados alcançados na pesquisa.

O presente estudo estabelece a importância em buscar e mostrar o quanto que as atividades desenvolvidas pela ação humana, pode de alguma forma refletir positivamente sobre o meio ambiente com utilização de técnicas que

possam minimizar os impactos ambientais existentes, quando tratados adequadamente os resíduos sólidos.

Relevamos a importância deste estudo nas ciências exatas, instrumento metodológico que nos possibilita realizar investigações sobre o comportamento humano e a forma como estes acontecimentos se mantem presente na sociedade passada e contemporânea.

De acordo com o contexto apresentado para o estudo e os cuidados necessário com os resíduos orgânicos, conforme a política nacional do resíduo sólido (PNRS), onde a pesquisa tem como proposta, mostrar a importância do tratamento adequado do resíduo orgânico por meio da técnica de compostagem, onde, tem se mostrado eficiente a exemplo de testes primários, tendo como base para o desenvolvimento das técnicas de compostagem e a viabilidade de estudos, por meio da gravimetria de resíduo sólidos, ao avaliar a formação qualitativa e quantitativa, além de ser uma ferramenta fundamental para gestão e planejamento das tomadas de decisões por parte dos gestores municipais para a gestão de seus resíduos sólidos, que são gerados pelos grandes geradores definidos por Indústrias, comércios e prestadores de serviços que geram acima de 200 litros de lixo por dia. Isso enquadra setores como; papelarias, lojas de roupas, restaurantes, mercados, prestadores de serviços de buffet, festas, eventos e feiras.

O estudo foi enfatizado principalmente pelos grandes geradores de resíduos orgânicos na RMB, entre eles estão os grupos supermercadistas, atacadistas, varejistas entre outros, e as oportunidades de transformação do resíduo orgânico em compostagem como prevê PNRS, e que através de dados primários de gravimetria, possa trazer para o estudo dados quantitativos e qualitativos, afim de demonstrar a viabilidade do resíduo orgânico para fins de compostagem e sua redução, em quantidade significativa em aterros sanitários, contribuindo para as questões sociais, econômicas e ambientais na sociedade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O estudo apresentou como objetivo central indentificar por meio de dados gravimétricos a possível relevância técnica para os resíduos gerados pelos grandes geradores da região metropolitana da Belém, visando uma melhor utilização dos resíduos. Dessa forma terá uma contribuição para o aumento da vida útil do aterro sanitário da RMB.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

No intuito de obter os resultados conforme a definição do tema proposto, ficaram definidos os objetivos específicos:

- Analisar dados quantitativos e qualitativos de gravimetria dos resíduos pelos grandes geradores;
- Apresentar o conceito; dificuldades e as possibilidades para implementação do sistema de destinação com melhor aproveitamento dos resíduos na região metropolitana de Belém.
- Entender quem são os grandes geradores de resíduos sólidos na atual conjuntura na região metropolitana de Belém - Pará.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Tejerina e Benatti (2017), o consequente aumento da degradação ecológica por resíduos sólidos fez com que, em 2010, o Poder Legislativo federal aprovasse um conjunto de princípios, objetivos e ações adotados cooperativamente entre todos os integrantes da Federação, denominado Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei 12.305/2010), com vistas a tentar reverter esse quadro através do gerenciamento ambiental adequado do lixo.

Em linhas gerais, Costa (2019) ressalta que a lei objetiva sanar tanto o problema ambiental do descarte desregrado e inapropriado de materiais na natureza, quanto a questão social marcada pela pobreza, a partir da geração de renda para a categoria dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis. Nesse último caso, o modelo brasileiro, expresso na lei nº 12.305/2010, optou pela inserção desses indivíduos em associações ou cooperativas formadas por pessoas físicas de baixa renda que atuam na catação. Tais organizações, por sua vez, devem ser priorizadas pelos municípios brasileiros para a operacionalização dos programas de coleta seletiva, o que, de acordo com a legislação, geraria a inclusão social e a emancipação econômica da categoria (art. 15, V).

A legislação ambiental brasileira abrange uma série de normas legais que estão associadas à Lei nº 12.305/2010, sendo aplicadas de maneira integrada, quando o assunto se refere à gestão, manejo e destinação final de resíduos sólidos (CAVALCANTE et al., 2014).

O Brasil, a partir de agosto de 2010 através da PNRS integrando-se com as demais políticas nacionais, Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/1999) e a de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), marcou o início de uma forte articulação institucional envolvendo os três entes federados do poder público - União, Estados e Municípios, que juntamente com o setor produtivo e a sociedade civil, busca soluções para os graves problemas causados pelos resíduos (BAUN; LAVNITCKI; BERCEGATO, 2018).

A PNRS foi o marco na gestão dos resíduos sólidos no Brasil, pois preencheu uma lacuna na legislação brasileira ambiental baseado na gestão internacional e suas legislações. Esta política brasileira destaca a responsabilidade

compartilhada pelo ciclo de vida do produto, acordos setoriais e LR - GRS-UFPE (2014).

Não obstante sua longa tramitação, a PNRS é um texto moderno e com várias inovações, elucidando diversos conceitos de grande importância para o entendimento das questões ambientais relacionadas aos resíduos sólidos. Além disso, pela primeira vez na história brasileira publicou-se uma lei totalmente voltada à problemática dos resíduos sólidos. Dentre as inovações da referida lei pode-se citar: a responsabilidade compartilhada pela geração dos resíduos sólidos, implantação da coleta seletiva na fonte geradora, eliminação dos lixões, inclusão social e profissional de catadores de materiais recicláveis e a elaboração dos planos de gestão de resíduos sólidos por todas os entes da federação (BARBOSA; LINHARES; ALENCAR, 2014).

A Lei n.12.305/2010 que instituiu a PNRS, regula os resíduos gerados no Brasil exceto os rejeitos radioativos (art. 1º, § 2º). O artigo 3º contém dois conceitos que esclarecem seu alcance: XV – rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada; XVI – resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (JUNIOR ; PILLA, 2018).

A PNRS destaca as diretrizes relacionadas com a gestão integrada e quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Outro ponto forte abordado pela PNRS é a logística reversa, já existente em casos pontuais como fabricantes de pilhas e pneus quando, atribui aos responsáveis o recolhimento ou o retorno dos resíduos ou partes inservíveis do produto visando à correta destinação ambientalmente indicada. Inclui, também, o correto descarte em aterros dos rejeitos, que são os resíduos sólidos restantes após esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação dos resíduos sólidos descartados e coletados através da logística reversa (SALDANHA et al., 2015).

A PNRS, além de abordar e reforçar temáticas que já estavam instituídas em demais normativas, traz novos elementos para constituir o quadro da gestão, como o incentivo à reciclagem, coleta seletiva e às cooperativas de catadores de materiais recicláveis, a disposição final de rejeitos ambientalmente adequada, o fomento ao controle social, princípios de desenvolvimento sustentável e a educação ambiental. Também dispôs sobre questões ainda incipientes no país na gestão de resíduos sólidos, fazendo-a inovadora e dando maior respaldo para a efetivação destas, são elas: a visão integrada da gestão de resíduos, a instituição de acordos setoriais, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a logística reversa, a obrigação de encerramento de lixões, a não geração como prioridade para a gestão de resíduos e ao consumo sustentável e a obrigatoriedade de elaboração de planos de resíduos (BAGATINI, 2018).

A PNRS define que a responsabilidade sobre resíduos gerados por um produto ou serviço é de todos os envolvidos no processo, bem como o desenvolvimento de arranjos ou procedimentos com a finalidade de direcionar o material que pode ser reutilizado no ciclo de vida do produtor original ou de outros produtos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Além disso, a partir da PNRS, fica determinado que os municípios devam construir aterros sanitários adequados ambientalmente, onde poderão ser depositados apenas aqueles resíduos sem qualquer possibilidade de reaproveitamento (OLIVEIRA et al., 2015).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos mantém estreita relação com os Planos Nacionais de Mudanças do Clima (PNMC), de Recursos Hídricos (PNRH), de Saneamento Básico (Plan.sab) e de Produção e Consumo Sustentável (PPCS). Explicita conceitos e propostas para diversos setores da economia compatibilizando crescimento econômico e preservação ambiental, com desenvolvimento sustentável. O Plano, conforme previsto na Lei nº 12.305, tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 anos, com atualização a cada quatro anos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Entre os instrumentos apresentados para o exato gerenciamento dos resíduos no Brasil encontram-se os Planos de Resíduos, sendo que no âmbito municipal o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), cuja competência é do Poder Executivo, devendo ser aprovado mediante Decreto,

após a elaboração pelo órgão competente (OLIVEIRA; TAGLIAFERRO; SILVA, 2021).

A partir da vigência dessa norma, a competência dos municípios para o planejamento e a gestão integrada dos resíduos sólidos (art.10) foi explicitada, devendo estes entes preverem a integração dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, especificamente, nos programas municipais de coleta seletiva (COSTA, 2019).

3.2 RESÍDUO ORGÂNICO

Segundo Moraes et al., (2014) os resíduos sólidos orgânicos constituem grande parte dos resíduos sólidos urbanos, dos resíduos sólidos rurais ou agrícolas, de alguns tipos de resíduos industriais e de lodo de estação de tratamento de esgoto doméstico. Na América Latina, os resíduos sólidos orgânicos, estão sendo em sua grande maioria dispostos em aterros sanitários, onde muitos municípios não dispõem de infraestrutura básica para conseguir obedecer aos pré-requisitos mínimos da engenharia sanitária e ambiental, passando a gerar elevada concentração de DQO e de determinados metais pesados que são lançados de forma inadequada ao meio ambiente, além do biogás que é constituído volumetricamente de CO₂, CH₄, H₂S e N₂, que são lançados diretamente na atmosfera.

A elevada produção de resíduos orgânicos é um grande desafio das cidades atualmente, considerando que grande parte da separação e coleta seletiva dos resíduos sólidos são ineficientes no Brasil, chegando a valores médios de 1,062 kg produzidos por habitante por dia no país, e 0,832 kg por habitante por dia no Estado do RS (EXAME, 2018). Tais resíduos chegam aos aterros sanitários sem uma disposição final ambientalmente adequada. Em 2016, o total de resíduos sólidos gerados pelos brasileiros foi de 78,3 milhões de toneladas e apenas cerca de 41,7 milhões de toneladas tiveram um destino adequado (ABRELPE, 2016).

No Brasil os resíduos sólidos orgânicos ainda são dispostos inadequadamente em sua maioria, resultantes da falta de conhecimento quanto ao seu potencial de aproveitamento e dos danos ambientais que ocasionam GHEDIN; DE MEDEIROS (2019). Ainda segundo Cempre (2015) somente 5% desses resíduos são reciclados enquanto os demais são enterrados, queimados ou lançados a céu aberto.

Os impactos ambientais associados a estes resíduos decorrem da alta geração em termos quantitativos e da lenta degradabilidade em certos casos, e, em outros, da geração de subprodutos que podem ser tóxicos, cumulativos ou de difícil degradação, contribuindo para a poluição dos recursos hídricos e a diminuição do tempo de vida útil dos aterros sanitários (BRASIL, 2012).

Os resíduos orgânicos podem representar grande risco para a sociedade e ambiente no qual são descartados, principalmente pela alta quantidade, concentração e forma de deposição dos resíduos, que é feita em lixões e aterros sanitários localizados às margens de cidades. Esses métodos não permitem a correta aeração dos resíduos, levando à decomposição anaeróbica (sem a presença de oxigênio) e, portanto, gerando produtos extremamente tóxicos ao ambiente (por exemplo, o gás metano que contribui para o aquecimento global), como o chorume liberado do lixo, que contamina solos e mananciais de água. Esse tipo de resíduo ainda representa um risco para a própria sociedade, para a saúde ou pela reprodução de transmissores de doenças (ISRAEL; CARDOSO, 2017).

Essa fração orgânica gera diversos impactos ambientais, como em áreas de aterros sanitários, depósitos irregulares, impactos à salubridade dos ambientes urbanos pela poluição ou contaminação do solo, também se torna fonte de vetores de doenças, poluição atmosférica e descaracterização visual (GONÇALVES, 2021). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é uma lei (Lei nº 12.305/10), em seu art. 3º inciso VII discorre a compostagem como a destinação final correta de resíduos orgânicos (BRASIL, 2010).

Segundo Ipea (2017) a composição dos resíduos descartados no país 57,41% são matéria orgânica compostos por sobras de alimentos, alimentos deteriorados, lixo de banheiro, seguidos de 16,49% de plástico, 13,16% de papel e papelão, 2,34% de vidro, 1,56% de material ferroso, 0,51% de alumínio, 0,46% de inertes e 8,1% de outros materiais.

Numa linguagem mais técnica e atual, abordam-se os resíduos sólidos como orgânicos, inorgânicos ou potencialmente recicláveis e rejeitos sendo o primeiro seu componente biológico, relacionado à matéria orgânica oriundas dos seres vivos e o que possui maior produção ao nível brasileiro (SOUSA; SANTOS; SAMPAIO, 2021).

Os resíduos orgânicos têm sua origem nas atividades agrícolas, industriais e urbanas. Restos de cultura e esterco são resíduos de origem

estritamente agrícola, enquanto resíduos sólidos e esgoto são os principais resíduos oriundos das atividades urbanas (DE PAULA, 2012).

Em ambientes naturais, esses materiais se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes presentes em processos como os ciclos da água, do carbono e do nitrogênio. Entretanto, quando derivados de atividades humanas, especialmente em ambientes urbanos, podem constituir um sério problema ambiental pela velocidade e volume em que são gerados e pelos locais inadequados em que são armazenados ou dispostos (OLIVEIRA et al., 2022).

De acordo com Rosa et al. (2019), atualmente, por pressão ambiental e social cada vez mais é incentivada a busca por soluções para a destinação ambientalmente correta dos resíduos sólidos orgânicos, visto que sua geração é superior ao seu nível de degradação ao meio ambiente.

Segundo Ministério do Meio Ambiente (2017), os resíduos orgânicos, representam cerca de 50% dos resíduos urbanos gerados no Brasil, tem a particularidade de poderem ser reciclados por meio de processos como a compostagem, em qualquer escala, desde a doméstica até a industrial. Além dessa abrangência de escalas, a reciclagem de resíduos orgânicos não necessita de grandes exigências tecnológicas ou de equipamentos para que o processo possa ser realizado com segurança, de forma que a compostagem tem tido grande êxito em ações de educação ambiental associadas com jardinagem e agricultura urbana, como forma de empoderar pessoas na reprodução do ciclo da matéria orgânica e mudança de sua visão e relação com resíduos de modo geral.

Se cumpridas, as metas para os resíduos orgânicos terão o potencial de adicionar 50 milhões de toneladas desses materiais à reciclagem e criar pelo menos 100 mil postos de trabalho. Os orgânicos, portanto, são o “coração” do pacote de economia circular dos resíduos (ECN, 2015).

O Fórum Econômico Mundial tem apontado a “economia circular” como modelo que possibilita a reintrodução dos resíduos na cadeia produtiva de forma a reduzir a pressão sobre os recursos naturais (LEITÃO, 2015).

Independentemente da origem, os materiais orgânicos, quando aplicados em doses adequadas para a formulação de substrato, apresentam efeitos positivos na produção de mudas, devido à sua ação favorável aos fatores físicos, químicos e biológicos do solo, embora a dose ideal varie de acordo com as proporções nos diferentes substratos (VIEIRA et al., 2014).

A digestão anaeróbia é um processo biológico que converte matéria orgânica em uma mistura de gases de metano, dióxido de carbono, por um complexo comunidade de microrganismos. Tem sido usado no tratamento de muitos tipos de resíduos orgânicos, e devido à variedade de substratos e a utilização como inoculo o lodo de esgoto, este processo tem a vantagem de proporcionar um aumento da produção potencial do biogás, a estabilização orgânica e recuperação de energia (LIU, 2012).

Esse enorme potencial já é reconhecido por diversos países, cuja gestão de resíduos orgânicos está intrinsecamente ligada à economia local, fomentando renda, emprego e mitigação dos impactos ambientais (COMISSÃO EUROPEIA, 2015).

Toda essa reflexão mundial coincide com uma nova concepção de planejamento urbano que tem despontado nas últimas décadas, a qual propõe uma mudança nos modelos de organização espacial, social e ambiental das cidades. São as “cidades sustentáveis”, também chamadas “cidades verdes” ou “cidades inteligentes” (DAMERI; ROSENTHAL; SABROUX, 2014).

3.3 COMPOSTAGEM

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) determinou que a fração orgânica de tudo o que é gerado nas cidades fosse transformado em adubo por meio da compostagem (OLIVEIRA; DE ABREU, 2016).

De acordo com a NBR 13591/1996 a compostagem é definida como um processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação ABNT (1996). Possui baixo impacto ecológico, sendo um dos mais antigos métodos de destinação de resíduos orgânicos, onde reproduzimos os processos da natureza para melhorarmos a terra (RECICLOTECA, 2017).

Segundo a Resolução nº 481, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), compostagem se refere ao processo de degradação biológica controlada dos resíduos sólidos orgânicos, realizada por população diversificada de organismos, que após sua estabilização, produz um composto que pode ser utilizado como condicionador do solo (CONAMA, 2017).

Composto orgânico é o nome dado ao produto sólido gerado ao fim do processo de compostagem e que, de maneira geral, possui propriedades fertilizantes. Tal composto é formado pelas chamadas substâncias húmicas. A estrutura definitiva destas substâncias não foi determinada, e existem duas vertentes de estudos relacionados à elucidação deste problema. Uma delas é chamada de teoria macromolecular, que indica que os ácidos húmicos se assemelham às macromoléculas biológicas já conhecidas, constituídas por grupos aromáticos, funções carboxílicas e fenólicas, cuja presença é corroborada por análises de 13 infravermelho (IV) e ressonância magnética nuclear de carbono (^{13}C RMN) do composto final. Outra vertente de estudos, a da teoria supramolecular, indica que os ácidos húmicos são constituídos por estruturas supramoleculares que seriam o resultado da associação de blocos de moléculas menores, através de ligações de hidrogênio e interações de van der Waals (FUSINATO, 2021).

Entretanto, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) estimou, que apenas 1,6% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados no país são submetidos ao processo de compostagem e a quase totalidade ainda é encaminhada para lixões e aterros sanitários (IPEA, 2012).

Uma alternativa de reduzir o volume de lixo produzido pela sociedade é a adoção da compostagem. A compostagem é uma técnica que permite a transformação de restos orgânicos, tais como: sobras de frutas e legumes e alimentos em geral, podas de jardim, pedaços de tecido, serragem, em adubo. É um processo biológico que acelera a decomposição do material orgânico, tendo como produto final o composto orgânico (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Segundo Abreu (2017) a compostagem é a degradação controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbicas. É um processo no qual se procura imitar algumas condições naturais do meio ambiente para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de forma segura (evitando a atração de vetores de doenças e eliminando patógenos).

Todo processo de degradação de matéria orgânica na presença de oxigênio pode ser considerado como compostagem, porém, a forma como diferentes fatores (umidade, aeração, temperatura...) são combinados e controlados é o que caracteriza os diferentes métodos de compostagem (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A compostagem propicia um destino útil para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em aterros e lixões. Esse processo permite dar um destino aos resíduos orgânicos agrícolas, industriais e domésticos, como restos de comidas e resíduos da manutenção/ poda de jardins. O material aproveitado tem como resultado final um produto denominado, composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características sem ocasionar riscos ao meio ambiente (GODOY, 2014).

A prática de compostagem não é uma técnica recente. Esse método vem sendo praticado desde os povos antigos com o intuito de imitar o ciclo natural da matéria orgânica. As antigas civilizações amontoavam em pilhas materiais de origem vegetal, estrume, restos de comida e resíduos orgânicos, e esperavam que se degradassem até se apresentarem sob a forma de adubo. Entretanto, após a II Guerra Mundial, com o crescimento da utilização de fertilizantes químicos, os métodos tradicionais de fertilização acabaram caindo em desuso (PEREIRA, 2016).

Esses métodos surgiram da observação humana, de acordo com o que se alterava no processo natural de degradação em relação às mudanças que eram feitas durante as etapas. A partir daí, ao longo dos anos, buscou-se melhorar a eficiência da técnica utilizando os conhecimentos científicos acumulados (MEDEIROS, 2018).

Na classificação dos resíduos sólidos existe uma parcela orgânica e assim para entender melhor o que é a parcela orgânica, é fundamental entender o tempo de decomposição dos diferentes materiais e produtos, pois o tempo de decomposição da maior parte dos resíduos orgânicos é curto, sendo até um ano, os resíduos inorgânicos levam muitos anos para se decompor, podendo chegar ao extremo como por exemplo, como pneus e garrafas PET, cujo tempo de decomposição é indeterminado (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Se pensarmos que podemos transformar o lixo orgânico que produzimos em casa em adubo, saberíamos que estamos deixando de contribuir com a preservação do meio ambiente e do meio em que vivemos. Este é um processo de reciclagem que se chama compostagem onde o mesmo passa a ser adubo orgânico, podendo, assim, diminuir a poluição do meio ambiente e alimentar as plantas com o próprio adubo gerado através da compostagem. Um processo que depende de muito cuidado e atenção por parte de quem faz esse tipo de reciclagem, mas que pode ser

feito em casa e não tem custo para ser realizado e ainda oferece benefícios muito grandes para com a nossa saúde (OLIVEIRA et al., 2012).

O aumento na produção de RSU é fator determinante na adoção do uso da compostagem doméstica, considerando a quantidade de resíduos gerados pela população em constante crescimento. A destinação final dos resíduos gerados, a manipulação destes resíduos e as medidas de tratamento são importantes para mitigar os impactos ambientais causados (OLIVEIRA, 2019).

Apesar disso, os municípios brasileiros têm tido, de maneira geral, dificuldades em explorar este potencial como política pública. A maior parte das iniciativas municipais em compostagem no Brasil restringem-se a pátios centralizados, que recebem resíduos de coleta mista (resíduos orgânicos misturados com rejeitos) ou de apenas alguns grandes geradores de resíduos orgânicos. Os resíduos orgânicos domésticos, em geral, acabam sendo dispostos em aterros sanitários ou lixões, desperdiçando nutrientes e matéria orgânica que, no ciclo natural, tem o papel de fertilizar e manter a vida nos solos (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2017)

Segundo Mendes et al. (2015) nesse sentido, a compostagem é uma alternativa para o tratamento dos RSU e conseqüentemente, ocorre a minimização da parcela a ser encaminhada ao aterro sanitário, o que também colabora para a redução da concentração da carga orgânica no lixiviado gerado e a redução da emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera.

A compostagem pode ser feita também em grandes pilhas na produção agrícola ou com uma quantidade reduzida de matéria orgânica como ocorre na compostagem doméstica. Neste processo também é comum a utilização de minhocas para a degradação da matéria orgânica, sendo chamado de vermi compostagem (PEIXOTO; FERNANDES, 2016).

O Ministério do Meio Ambiente (2017, p.10), através do Manual para Implantação de Compostagem e de Coleta Seletiva no âmbito de consórcios públicos, descreve três tipos básicos de compostagem:

Natural: os resíduos são dispostos em leiras onde é feito um procedimento de reviramento e, eventualmente, umidificação, até a finalização do processo, aeração forçada não há reviramento do material, que é colocado sobre um sistema de tubulação perfurada pela qual será feita a aeração, reator biológico, ambiente fechado, que permite o controle dos parâmetros sem interferência do ambiente externo.

Nesse sentido, se faz necessário identificar e caracterizar diferentes modalidades de experiências em compostagem de RSU, a fim de incentivar novas rotas tecnológicas e estimular a diversificação dos sistemas de gestão de resíduos nos municípios. Compreender como tais processos podem ser desenvolvidos pode colaborar com a eficácia das ações municipais e orientar prefeituras no estímulo de diferentes atores (empresas privadas, organizações não governamentais, gestores comunitários e empreendedores sociais, por exemplo) na tarefa de retornar nutrientes contidos nos resíduos orgânicos para agro ecossistemas (LOPES; OLIVEIRA, 2015).

Conforme Siqueira (2014), em uma perspectiva ideal com a PNRS, a compostagem vem a ser uma tecnologia apropriada ao tratamento dos resíduos que não puderam ser evitados, transformando-os em material estabilizado, com a possibilidade de ajuste de suas composições nutricionais de acordo com a cultura alvo.

Desta forma, a compostagem aliada à reciclagem gera ganhos ambientais aos municípios devido à redução de resíduos encaminhados aos aterros, e conseqüente aumento de vida útil, à geração de emprego e renda aos catadores de materiais recicláveis e, por fim, à otimização de fluxos de materiais com a geração de materiais reutilizáveis (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ, 2012).

Os alunos ainda afirmam que a compostagem incentiva pequenos e médios produtores a aproveitar matérias-primas disponíveis na propriedade ou então adquiri-las no mercado da sua região a um preço razoável e produzir compostagem com vantagens a médio e longo prazo em função da relação custo/benefício (LEONEL et al., 2015).

Conforme Melo e Zanta (2016) a compostagem doméstica unifamiliar ou de pequena escala é uma alternativa descentralizada de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, e que: Apresenta como vantagens a redução da produção de resíduos sólidos *in loco*; redução da quantidade de resíduos coletados pelo setor de limpeza; aumento da vida útil de aterros sanitários; economia dos gastos com a coleta dos resíduos sólidos urbanos e com o tratamento do efluente gerado no aterro sanitário; redução dos impactos ambientais que estão associados à degradação dos resíduos orgânicos em locais inadequados; redução dos investimentos em materiais

de infraestrutura e energéticos para o tratamento; utilização do composto produzido na agricultura familiar, em paisagismo, ou em técnicas de biorremediação.

Composto orgânico é o nome dado ao produto sólido gerado ao fim do processo de compostagem e que, de maneira geral, possui propriedades fertilizantes. Tal composto é formado pelas chamadas substâncias húmicas. A estrutura definitiva destas substâncias não foi determinada, e existem duas vertentes de estudos relacionados à elucidação deste problema. Uma delas é chamada de teoria macromolecular, que indica que os ácidos húmicos se assemelham às macromoléculas biológicas já conhecidas, constituídas por grupos aromáticos, funções carboxílicas e fenólicas, cuja presença é corroborada por análises de 13 infravermelho (IV) e ressonância magnética nuclear de carbono (^{13}C RMN) do composto final. Outra vertente de estudos, a da teoria supramolecular, indica que os ácidos húmicos são constituídos por estruturas supramoleculares que seriam o resultado da associação de blocos de moléculas menores, através de ligações de hidrogênio e interações de van der Waals (FUSINATO, 2021).

Peixoto et al., (2014, p. 66) destacam como vantajoso o uso do composto:

[...] A vantagem do composto é que os nutrientes em geral estão em três formas. Parte está pronta, disponível para a nutrição da cultura, outra está parcialmente disponível, já que se encontra protegida pelo húmus na forma de complexos. Uma terceira está retida na matéria orgânica ainda a ser decomposta ou mineralizada no solo. Portanto, o composto orgânico sendo gradativamente aproveitado pelas culturas funciona como reservatório de nutrientes no solo.

A importância da compostagem em nosso cotidiano é buscar uma alternativa para a destinação dos resíduos orgânico, que seja ambientalmente adequada, sendo de baixo custo e que facilmente possa ser assimilada pela população. A obtenção de um composto orgânico de alta qualidade, que sirva como fertilizante orgânico para diferentes objetivos, podendo ser usado para adubar hortas e jardins urbanos, desta forma contribui para a ampliação de áreas verdes, para o aumento da biodiversidade e da segurança alimentar (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

3.4 GRAVIMETRIA

O efetivo gerenciamento dos resíduos sólidos tem como etapa inicial a caracterização dos resíduos gerados, possibilitando assim uma maior compreensão com relação à quantidade e qualidade dos resíduos, vislumbrando também a possibilidade da separação e o aproveitamento comercial das frações recicláveis, por meio da composição gravimétrica (MENEZES et al., 2019).

Segundo Goretti, (2019). O estudo da composição gravimétrica nos permite conhecer a composição dos resíduos gerados através de percentuais de amostras, bem como analisar a destinação de diferentes tipos de resíduos e dimensionar os problemas criados pelos resíduos sólidos a fim de buscar melhorias na coleta, transporte e destinação final.

O que de acordo com Antônio et al. (2020), com o intuito de estudar melhor os resíduos, a gravimetria de resíduos tem como objetivo dimensionar a quantidade e a composição dos resíduos gerados nos municípios e a partir desta técnica, é possível sugerir formas de melhorar o gerenciamento e a gestão dos resíduos, como por exemplo a implantação da coleta seletiva e os pontos de entrega voluntária.

Uma visão prática exercida no diagnóstico dos resíduos sólidos, envolve a gravimetria, normatizada pela NBR 10.007 (ABNT, 2004). Conceitualmente, ela é o modo de determinação de todos os constituintes, além de indicar o volume, a porcentagem de cada um deles, independente do aspecto físico, químico ou biológico (SCHEFFER, 2018).

A análise gravimétrica ou gravimetria é um clássico que tem por objetivo isolar e realizar a pesagem de um elemento ou composto definido em sua forma mais pura que é separado de uma quantidade ou amostra previamente conhecida. Este método é feito em diversas etapas para garantir a correta quantificação da substância desejada (QUEVEDO, 2016).

A obtenção da composição gravimétrica de uma determinada localidade é de grande importância para a avaliação da possibilidade de aproveitamento comercial das frações recicláveis, bem como da fração orgânica para a produção de composto orgânico (TEXEIRA et al., 2019).

Conhecer a composição gravimétrica dos resíduos sólidos de uma localidade permite a criação de planos de gerenciamento de uma região, desde sua

coleta até seu descarte final. O estudo da composição gravimétrica dos resíduos gerados em um determinado local permite identificar a magnitude dos problemas relacionados aos resíduos, possibilitando assim, melhorar os planos de gerenciamento e estimular a busca por práticas de redução de resíduo e realização de coleta seletiva (CEMPRE, 2018).

Estudos de caracterização gravimétrica dos RS são amplamente encontrados na literatura, sejam eles de municípios, regiões ou mesmo de instituições, como hospitais e universidades (THANH et al., 2010; MADERS; CUNHA, 2015; SOUZA et al., 2015; SIQUEIRA et al., 2016; ADENIRAN et al., 2017).

Tais pesquisas normalmente têm como proposta o conhecimento das características de geração como passo inicial para elaboração de programas de gestão. Apesar disso, é possível notar que muitos autores tratam os dados obtidos na gravimetria sem auxílio de ferramentas estatísticas, o que resultaria em maior confiabilidade e credibilidade nos resultados levantados (SANTOS; MOTA, 2010; OENNING et al., 2012; REZENDE et al., 2013; CAJAIBA; CORREIO, 2016; SAIDAN et al., 2017).

A caracterização física dos resíduos, também denominada qualitativa ou gravimétrica, busca determinar as frações de cada tipologia de resíduo dentro da geração global. Pode ser executada de maneira estatística, escolhendo-se zonas (“roteiros”) de coleta representativas, e quarteando-se os resíduos provenientes das descargas, através do quarteamento da totalidade dos resíduos coletados no município (todas as zonas de coleta: tal opção normalmente só se viabiliza para pequenas comunidades, devido ao volume de trabalhos necessários), ou executando-se o recolhimento direto do resíduo apresentado à coleta, em logradouros e bairros previamente escolhidos mediante planejamento estatístico (FLECK; REICHERT, 2018).

Em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, na composição gravimétrica dos resíduos sólidos percebe-se que de todos os componentes, a maior parcela é constituída por matéria orgânica, sendo essa parcela fortemente influenciada pelo grau de desenvolvimento da região. Quanto mais desenvolvida for a região, menor será o percentual de matéria orgânica nos resíduos sólidos (MEDEIROS et al., 2018).

Todo investidor do setor de resíduos sólidos busca através do diagnóstico ou análise gravimétrica o conhecimento sobre os tipos e a quantidade de resíduos

sólidos, que vai responder sobre a viabilidade econômica de um empreendimento em uma determinada cidade ou região (COMLURB, 2021).

A composição qualitativa dos resíduos sólidos é dada pelos seus diversos tipos de componentes que constituem o descarte dos materiais. Deste modo, a gravimetria é um processo de amostragem e trata-se precisamente da separação dos componentes e avaliação de suas quantidades através de seu percentual. Normalmente, no processo gravimétrico os materiais são divididos entre: madeiras, papéis, plásticos, materiais orgânicos, metais e outros. Assim, as propostas para a redução resíduos gerados e coleta seletiva tem como ponto de partida os componentes de forma individual e suas origens e não o todo resíduo gerado no ambiente (BARROS et al., 2018).

Segundo Souza e Dos Santos (2020) a gravimetria trata-se da separação e pesagem dos resíduos para caracterização dos mesmos. Para isso são utilizados alguns instrumentos, tais como recipientes (baldes) de volume conhecidos e balança. A cada dia de coleta, o material necessita ser transportado para um local que possibilita a pesagem em sua totalidade e segregação mediante composição simplificada a exemplo do papel, plástico, matéria orgânica, metal, rejeitos.

Para um bom estudo gravimétrico, é necessário realizar um planejamento efetivo, visando à padronização da metodologia a ser utilizada na coleta, triagem, pesagem, quarteamento e separação dos diversos componentes da parte sólida dos resíduos (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE-RJ, 2021).

De acordo com Cempre (2019), salienta-se que a composição gravimétrica dos resíduos coletados no país pode ser analisada nas seguintes frações: parcela orgânica com 51,4%, materiais recicláveis com 31,9%, que incluem materiais tais como: metais (2,9%), papel e papelão (13,1%), plástico (13,5%) e vidro (2,4%), e outros resíduos representam 16,7%.

A composição gravimétrica dos RSU é de fato uma ferramenta essencial para a delimitação das ações, decisões e tomadas de medidas com relação aos resíduos, que vem desde sua coleta, até seu destino final, considerando que há uma geração diversificada de resíduos sólidos em cada localidade. Ela varia de acordo com as diferentes regiões, uma vez que está justamente associada com as características, hábitos e costumes de consumo e descarte da população local (GUIMARÃES, 2019).

A composição gravimétrica dos resíduos gerados por uma população permite conhecer melhor as quantidades produzidas de cada material e dimensionar estruturas e processos para o tratamento e manejo desses resíduos. A partir do volume gerado e das frações de sua composição é possível dimensionar uma usina de triagem e compostagem contemplando os espaços para acomodar cada tipo de resíduo bem como a estrutura necessária para um possível tratamento. Conhecendo os volumes de resíduo orgânico e não recicláveis, por exemplo, é possível viabilizar e projetar biodigestores, incineradores ou usinas de pirólise para produção de energia elétrica (MONTEIRO, 2019).

Diante do exposto, torna-se fundamental conhecer a composição gravimétrica dos resíduos, para realizar o tratamento e disposição final adequada. Assim, esse estudo tem o objetivo de conhecer a composição gravimétrica dos resíduos comercializados [...] (MORAES; MEIRELLES, 2020).

Assim, o estudo gravimétrico, apesar de uma ferramenta simples, é de extrema importância para a definição de estratégias locais e regionais que atendam à hierarquização das ações com os resíduos, tal como determinado pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), entre outras várias questões correlatas (VIANA; TAGLIAFERRO, 2019).

Vale ressaltar que verificando a composição gravimétrica com maior frequência e em épocas do ano pré-determinadas, o gestor municipal consegue acompanhar o comportamento da população em relação à variação na geração do resíduo em quantidade e qualidade. Trata-se, portanto, de atividade fundamental para a indicação da adoção de medidas para o adequado manejo dos RSU (FEAM, 2019).

4 METODOLOGIA

4.1 PLANEJAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DE PESQUISA

O desenvolvimento desta pesquisa estará dividido por dados primários levantados no local de estudo, assim como por informações secundárias de livros, artigos, revistas científicas já publicados e documentos eletrônicos sobre a temática, a qual deverá apresentar um estudo, que agregue análises sobre a importância da compostagem como alternativa de solução para o tratamento dos resíduos orgânicos, onde estará sendo analisado documentos, na busca de colaborar com estudos científicos e acadêmicos pelo tema pesquisado, com perspectivas de respostas pelas determinadas causas, que impulsionaram o estudo ocorrer.

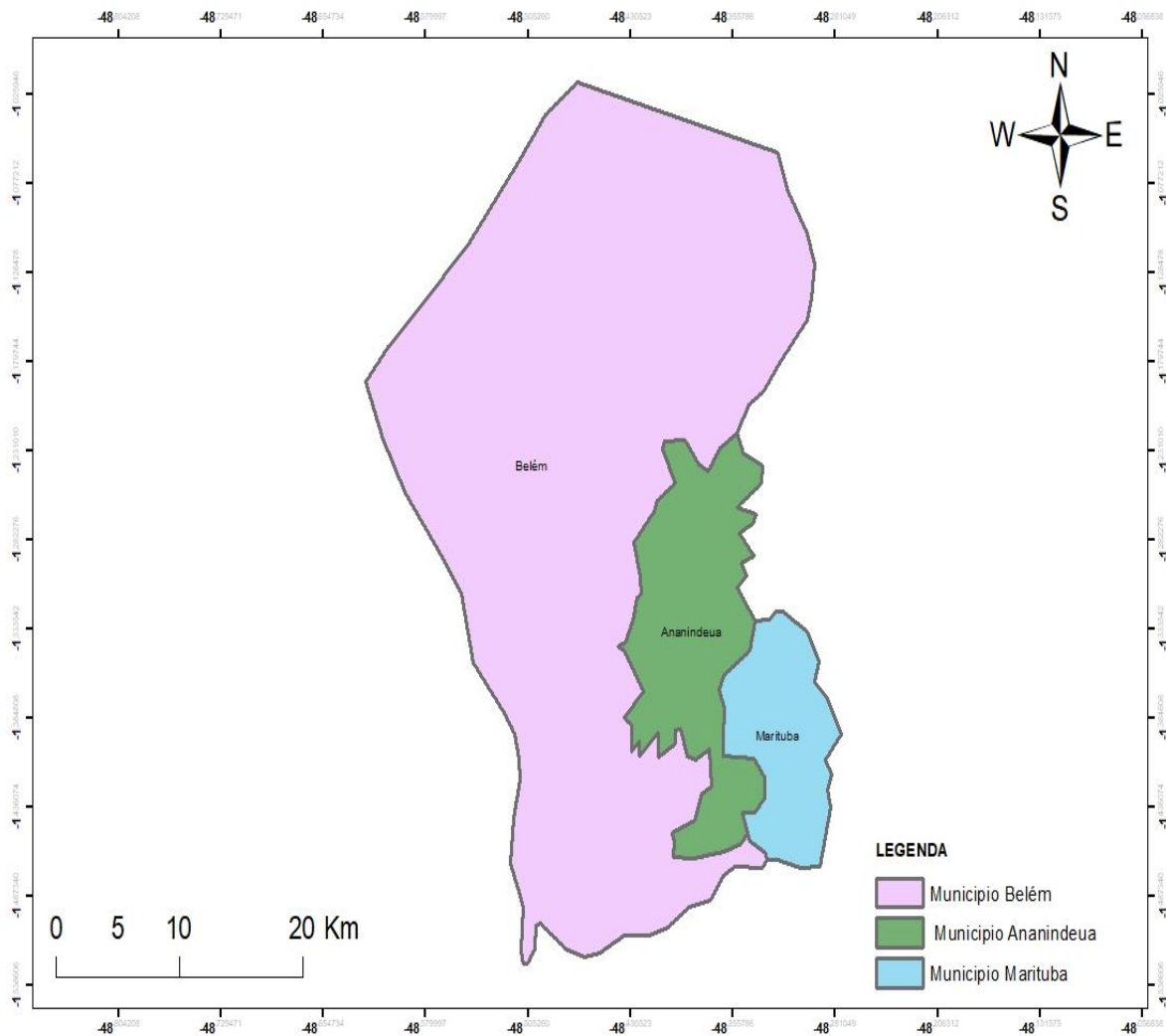
Para complementação da pesquisa propôs ainda de investigação descritiva; quantitativa e qualitativa. O método de pesquisa utilizado tido como exploratório, com intuito de obter maior proximidade com o universo do objeto de estudo, favorecendo o acesso a informações que permite orientar a formulação das hipóteses da pesquisa SOUSA, PIMENTA (2019). A Pesquisa foi realizada na Região Metropolitana de Belém – Pará (RMB), compreendendo no estudo os municípios de Belém, Ananindeua e Marituba.

4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

Em relação a Região Metropolitana de Belém (RMB), foi criada em 1973, pela Lei Complementar Federal nº 14/73, é composta por sete Municípios integrados socioeconomicamente, são eles; Ananindeua, Belém, Benevides, Castanhal, Marituba, Santa Bárbara e Santa Izabel do Pará, formando uma aglomeração urbana contínua, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). O que para a realização do estudo foram analisados dados de pesquisa, somente nos municípios de Belém e Ananindeua.

A RMB ou Grande Belém Figura 01 possui uma área de 1.820 quilômetros quadrados, formada pelas cidades de Belém, Ananindeua e Marituba já foram conurbadas, formando praticamente um único aglomerado urbano. Já o município de Benevides encontra-se em fase intermediária, com 60% da população vive na zona urbana enquanto no Município de Santa Bárbara, cerca de 64,76% da população vive predominantemente na zona rural (SEIR, 2010)

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo

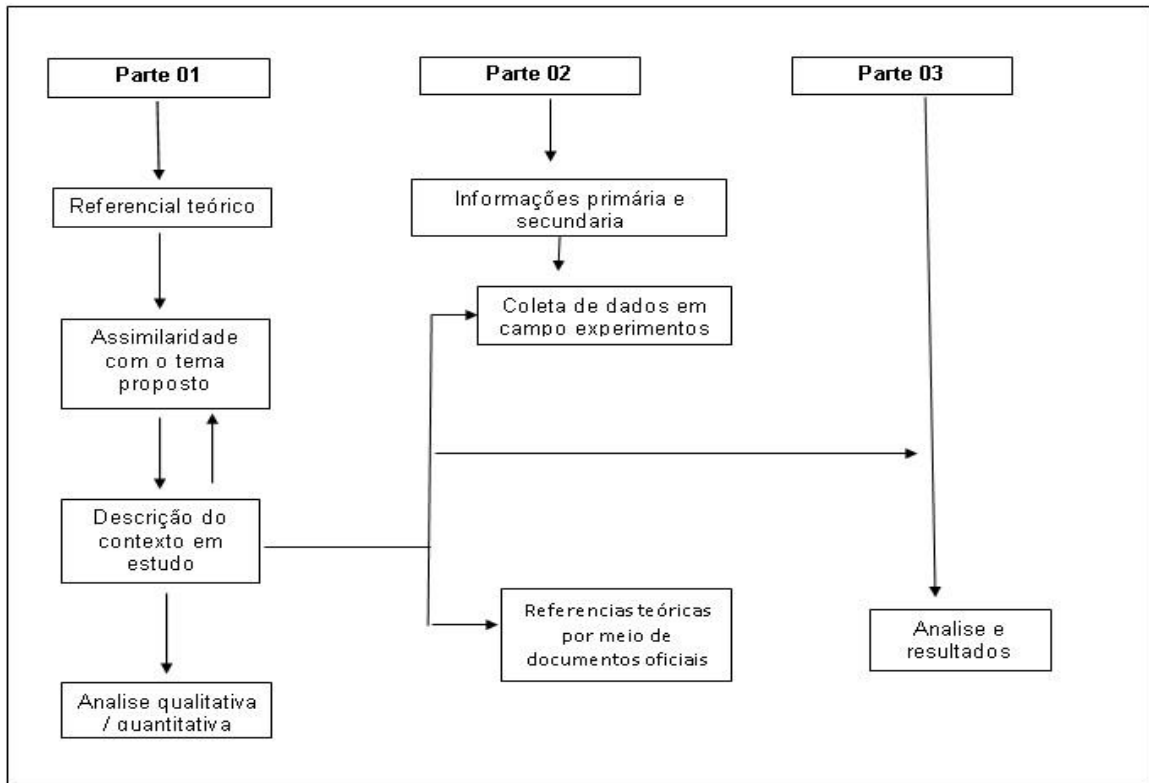


Fonte: Autor, 2022

4.1.2 FLUXOGRAMA ETAPAS DE PESQUISA.

O fluxograma quadro 01, compreende as etapas de pesquisa que foram realizadas por etapas, a fim de realização da pesquisa, onde na etapa 01 houve abordagem de autores referentes ao estudo tendo como tópico o referencial teórico e suas reflexões textuais por autores referente a temática, onde houve uma abordagem com dados quantitativos e qualitativos, o que favoreceu informações para a parte 02 na pesquisa, com informações primárias e secundárias, por coleta de dados de campo, dados esses experimentais por meio de documentos tidos como oficiais, o que favoreceu para análise de resultados no estudo conforme o fluxograma parte 03.

Quadro 01 – Fluxograma etapas de pesquisa



Fonte: Autor,2023

4.1.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NAS COLETAS DAS AMOSTRAS UTILIZADAS NO ESTUDO.

O estudo gravimétrico exige a coleta de amostras dos resíduos para consolidação dos resultados. Para esse estudo foram utilizados como instrumentos os equipamentos apresentados nas figuras abaixo. As figuras 02 e 04 apresentam equipamentos onde os resíduos são acondicionados antes da descarga no aterro sanitário. A figura 03 mostra o equipamento utilizado para colocar a amostra total do resíduo para o estudo. A figura 05 é do suporte para a balança utilizada para pesagem da amostra total e a figura 06 apresenta a pesagem do resíduo segregado. A figura 07 apresenta a balança utilizada para pesagem. Esses equipamentos foram fundamentais para o estudo gravimétrico possibilitando a classificação dos resíduos, auxiliando principalmente na segregação da pesagem entre outras funções.

Figura 02:caixa compactadora de roll on.



Figura 03: Contêiner de 120 litros de PVC.



Figura 04: Caminhão compactador de 15m³.



Figura 06: Recipiente para pesagem do material segregado de 20 litros



Figura 05: Suporte da balança.



Figura 07: Balança digital de carga até 500kg



4.1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

Para a elaboração desta pesquisa, o estudo apresentou dois momentos distintos, no primeiro momento a coleta de informações primárias obtidas no local de estudo, e no segundo momento a inserção de dados secundárias por pesquisas já realizadas por meio de documentos artigos publicados na plataforma do google acadêmico, autores clássicos tidos como referência para realização do estudo, assim como o acesso a documentos de sites oficiais ligados a pesquisa, que enfatizaram informações que deram subsídios para a realização do estudo, onde os

dados apresentados na pesquisa foram demonstrados na forma quantitativa e qualitativa, afim de responder os objetivos propostos para o estudo.

4.1.5 CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA

Para o levantamento dos dados de gravimetria houve a segregação e pesagem dos resíduos sólidos **Polietileno Tereftalato (PET); Plástico mole e duro (PMD), Papel e Papelão (PP), Madeira (M) Hortifruti (HF) e Matéria orgânica digerível (MOD)**, conforme a figura 08. Devido à presença desses resíduos em aterros sanitário ser representativa conforme os estudos já realizados, o que resultou em uma análise de composição gravimétrica, dos resíduos sólidos pelos grandes geradores na região metropolitana (RMB).

Figura 08 - Pesagem do resíduo solido segregado.



Fonte: Autor, 2022

Conforme mencionado por Monteiro et al. (2001), a composição gravimétrica traduz o percentual de cada resíduo em uma amostra coletada, isso resulta com que o município conheça a composição dos seus resíduos sólidos, podendo ocorrer variação de uma localidade para a outra em função de características sociais, econômicas, culturais, geográficas e climáticas, ou seja, dentro de um município pode haver características gravimétricas distintas.

O levantamento gravimétrico aconteceu com dois tipos de amostras existentes no estudo, (amostra A), representada por caminhões compactadores e (amostra B) representada por caixas estacionárias ROLL-ON (Figura -09).

Figura - 09 Caixa estacionárias - ROLL- NO



Fonte: Autor, 2022

O levantamento de dados primários pela técnica de gravimetria aconteceu no período do dia 23 de novembro de 2020 a 20 de abril de 2021. Durante o estudo, 06 amostras foram tomadas com 06 roteiros, sendo que cada roteiro foram retirados amostras em três período do mês, no início, meio e fim do mês, o quantitativo das amostras no período de pesquisa, atingiu o valor de 12.353,53 kg, a coleta da amostra A, foram feitas em caminhões compactadores com capacidade de 7.5

toneladas, e o levantamento gravimétrico na amostra B, sendo realizada em caixas estacionárias que apresentaram capacidades de 10 a 12 toneladas, onde eram mantidas nos locais de clientes pelo período de 5 a 7 dias, onde são recolhidos os resíduos orgânicos; papelão, garrafas pets entre outros.

A empresa responsável pela coleta do resíduo comercial, empresa Recycle, ao recolher os resíduos de 20 clientes todos os dias, semanalmente, é destinado ao aterro sanitário de Marituba para descarte, onde a parte menor desse resíduo fica nos caminhões compactadores (amostra A) para o processo de segregação e pesagem em balança digital, ao ser levados para o pátio da empresa, técnica ao ser utilizada de mesma forma, quando aplicado para as caixas estacionárias (amostra B), pois o volume menor de resíduos orgânico já separados, é direcionado para container de 120 litros sendo segregado em um recipiente ainda menor de 20 litros (Balde) para segregação e pesagem do resíduo sólido.

4.1.6 ESTATÍSTICA ANALÍTICA.

Com o objetivo de se investigar diferenças na composição gravimétrica envolvendo os distintos roteiros aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis (Triola,1999) para testar hipóteses de que diferentes amostras provenham da mesma população. O teste é avaliado com base no nível de significância observado. A comparação de “p” com o nível de significância “ α ” permite afirmar se há evidências estatísticas para rejeição da hipótese nula. Se p for maior que α , a hipótese nula não é rejeitada. As hipóteses do teste são:

H₀: O %PET, %PMD, %PP, %M, %HF e % MOD existentes no RS--GG obtidos durante os roteiros de coleta tem valores idênticos de populações.

H₁: O %PET, %PMD, %PP, %M, %HF e % MOD existentes no RS--GG obtidos durante os roteiros de coleta não têm valores idênticos de populações.

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE GRAVIMÉTRICA POR TABELA

Na etapa inicial da análise de dados para fins de resultados referente ao estudo realizado de gravimetria, a tabela 01 estatística descritiva geral, apresentou como variáveis a serem analisadas **(%) Polietileno Tereftalato (PET); Plástico mole e duro (PMD), Papel (PP), Madeira (M) Hortifruti (HF) e Matéria orgânica digerível (MOD)** onde foram analisadas 6 amostras no período do estudo, onde a **média aritmética; Desvio padrão, coeficiente de variação, mínimo, máximo, Q1, Q2, Q3** foram analisados.

Tabela 01: **Estatística descritiva – Geral**

Variável	N	Média	DesvPad	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
PET (%)	265	1,37	1,23	89,73	0,00	0,50	1,19	1,94	8,51
PMD (%)	265	7,05	5,49	77,98	0,00	3,79	5,78	8,94	47,03
PP (%)	265	7,11	4,37	61,38	0,00	4,20	6,60	9,51	40,40
M (%)	265	3,56	5,23	147,13	0,00	0,00	0,00	6,43	32,95
HF (%)	265	32,70	9,67	29,56	0,00	26,80	32,57	37,92	62,98
MOD (%)	265	48,22	11,58	24,02	17,53	40,88	48,17	56,05	85,00

Fonte: Autor, 2021

As variáveis a serem analisadas em **(%) (PET); (PMD), (PP), (M), (HF), (MOD)** em seis amostras distintas tiveram como elementos a serem analisados no primeiro momento **a média** de geração de resíduos pelo total de amostras existentes (tabela 01), e que a soma dos valores das amostras por categoria, foram divididas, pela soma de amostras existentes. Onde se identificou uma geração média maior de resíduos por categoria **32,70% (HF) e 48,22% (MOD)** tidos como material orgânico algo muito presente nos aterros sanitários no Brasil.

O desvio padrão tabela 01, não apresentou homogeneidade de resultados entre as variáveis envolvidas no estudo, onde as categorias de resíduos que foram analisados, houve maior desperdício de resíduos de origem orgânica **HF 9,67% e MOD 11,58%**, e que a variável com valor **PET= 1,23%**, se coloca mais próximo do valor zero, o que representou a diminuição de geração deste tipo de resíduo no meio ambiente.

Quando analisado os coeficientes de variação entre as variáveis, pode-se afirmar que as variáveis **HF 29,56% e MOD 24,02%**, por apresentarem valores de coeficientes de variação menores, tidos como média dispersão conforme os dados apresentados, em relação as outras variáveis **PET); (PMD), (PP), (M)**.

Ainda na Análise de dados na tabela 01, apresentaram como medidas de posição em %, valores mínimo e máximo respectivamente, para a existência de dados sobre a geração de resíduos sólidos por variáveis % **(PET) 0,00% - 8,51% ; (PMD) 0,00% - 47,03% (PP) 0,00% - 40,40 % (M) 0,00% - 32,95% (HF) 0,00% - 62,98% (MOD) 17,53% - 85,00%**.

O **Q1** ou primeiro quartil no gráfico 01, identificou que 25 % da amostra analisada, apresentou os seguintes valores % **(PET) 0,50% (PMD) 3,79%, (PP) 4,20% (M) 0,00% (HF) 26,80% (MOD) 40,88%**.

E que a mediana ou **Q2** analisou que 50% da amostra % tiveram como resultados **(PET) 1,19%; (PMD) 5,78%, (PP) 6,60%, (M) 0,00% (HF) 32,57%, (MOD) 48,17%**. E por fim no terceiro quartil ou **Q3**, representou que 75% da amostra onde obteve-se os seguintes valores por variáveis **(PET) 1,94%; (PMD) 8,94%, (PP) 9,51%, (M) 6,43%, (HF) 37,92%, (MOD) 56,05%**.

As variáveis a serem analisadas na tabela 02 em **(%) (PET); (PMD), (PP), (M), (HF), (MOD)** na **amostra 28**, tendo como análise inicial a média de geração de resíduos identificados na amostra por categoria, onde houve uma maior geração de resíduos como dados médios apresentados pelas variáveis orgânicas **32,51% (HF) e 47,73% (MOD)**.

Tabela 02: **Estatística descritiva – Por roteiro R01**

R01									
Variável	N	Média	DesvPad	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
PET (%)	28	2,682	2,193	81,77	0	1,131	2,225	4,711	8,506
PMD (%)	28	8,82	7,65	86,78	1,94	3,47	5,41	11,51	30,21
PP (%)	28	6,549	3,666	55,98	2,149	3,558	6,275	8,744	16,628
M (%)	28	1,713	4,359	254,49	0	0	0	0,67	20,707
HF (%)	28	32,51	12,71	39,1	0	24,08	35,14	41,02	53,33
MOD (%)	28	47,73	15,08	31,6	21,98	34,63	48,27	57,47	85

Fonte: Autor, 2022

O desvio padrão na tabela 02, não apresentou homogeneidade de resultados entre as variáveis por roteiro **R01**, o que de acordo com os dados descritos, há maior desperdício de resíduos de origem orgânica **HF 32,51% e MOD 47,73%**, e que a variável **PET= 2,193%**, apresentou valor mais próximo da origem zero, colocando em evidenciar a pouca geração desse resíduo no meio ambiente e consequentemente em aterro sanitário conforme os dados analisados.

Os dados de coeficientes de variação tabelam 02, mostraram que as variáveis orgânicas **HF 39,1% e MOD 31,6%**, apresentaram alta dispersão tidos como dados heterogêneos em comparação as variáveis **PET); (PMD), (PP), (M)**

Na tabela 02 quando analisados medidas de posição, mínimo e máximo para que os dados se mantivessem na existência do estudo, onde os valores%, de maneira respectiva apresentados foram **(PET) 0,00%, 8,506%; (PMD) 1,94%, 30,21% (PP) 2,149%, 16,628% (M) 0,00%, 20,707% (HF) 0,00%, 53,33% (MOD) 21,98%, 85,00%**.

O **Q1** primeiro quartil na tabela 02, identificou que na **amostra 28**, 25% da amostra apresentou os seguintes valores em % por variável **(PET) 1,131%; (PMD) 3,47%, (PP) 3,558% (M) 0,00% (HF) 24,08% (MOD) 34,63%**.

E que a mediana ou **Q2** apresentada na análise, onde 50% do valores na amostra, tiveram como resultados por variável % **(PET) 2,225%; (PMD) 5,41%, (PP) 6,275%, (M) 0,00% (HF) 35,14%, (MOD) 48,27%**.

No quartil **Q3** representou que 75% da amostra apresentou os seguintes valores por variáveis **(PET) 4,711%; (PMD) 11,51%, (PP) 8,744%, (M) 0,67 %, (HF) 41,02%, (MOD) 57,47%**.

Na amostra 56 as variáveis por roteiro **R02** na tabela 03 em (%) (**PET**); (**PMD**), (**PP**), (**M**), (**HF**), (**MOD**), foram analisados inicialmente a média de geração de resíduos na amostra por categoria. Onde houve uma maior geração de resíduos em média descrita **34,3%** (**HF**) e **47,91%** (**MOD**).

Tabela 03: Estatística descritiva – Por roteiro R02

R02									
Variável	N	Média	DesvPad	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
PET (%)	56	1,088	0,967	88,86	0	0,041	0,808	1,927	2,97
PMD (%)	56	6,958	5,656	81,28	0	3,355	4,987	10,187	26,843
PP (%)	56	6,724	5,983	88,99	0	3,108	6,06	9,914	40,404
M (%)	56	3,016	4,119	136,55	0	0	0	5,826	14,295
HF (%)	56	34,3	12,49	36,4	6,9	27,31	34,36	41,08	62,98
MOD (%)	56	47,91	14,6	30,48	17,53	36,64	48,21	59,68	76,67

Fonte: Autor, 2022

No desvio padrão tabela 03, não houve homogeneidade de resultados entre as variáveis inseridas por roteiro **R02**, com maior desperdício de resíduos na forma orgânica **HF 12,49%** e **MOD 14,6%**, e que a variável **PET% = 0,967%**, apresentou valor, mais próximo da origem zero, devido à pouca geração do resíduo pela sua reciclagem em outras atividades.

Em relação aos dados de coeficientes de variação tabela 03, as variáveis **HF 39,1%** e **MOD 31,6%**, com valores respectivos apresentaram alta dispersão, assim como as outras variáveis em estudo **PET; PMD, PP, M**.

Na tabela 03 as medidas de posição, mínimo e máximo para a existência do estudo tiveram como valores% analisados de maneira respectiva (**PET**) 0,00%, 8,506%; (**PMD**) 1,94%, 30,21% (**PP**) 2,149%, 16,628% (**M**) 0,00%, 20,707% (**HF**) 0,00%, 53,33% (**MOD**) 21,98%, 85,00%.

Os dados de Q1 primeiro quartil na tabela 03 na amostra 28, mostrou que 25% da amostra analisada apresentou os seguintes valores em % (**PET**) 0,041%; (**PMD**) 3,355%, (**PP**) 3,108% (**M**) 0,00% (**HF**) 27,31 (**MOD**) 36,64%.

E que a mediana ou **Q2** na análise mostrou que 50% da amostra, dados tiveram como resultados por variável % (**PET**) 0,808%; (**PMD**) 4,987%, (**PP**) 6,06%, (**M**) 0,00% (**HF**) 34,36%, (**MOD**) 48,21%.

No quartil **Q3** representou que 75% da amostra apresentou os seguintes valores por variáveis (**PET**) 1,927%; (**PMD**) 10,187%, (**PP**) 9,914%, (**M**) 5,826%, (**HF**) 41,08%, (**MOD**) 59,68%.

Na amostra 42 as variáveis por roteiro R03 tabela 04 em (%) (PET); (PMD), (PP), (M), (HF), (MOD), apresentou como dados inicial ao ser analisado a média de geração de resíduos na amostra por categoria, onde houve uma maior geração média de resíduos orgânico, como descritos 33,97% (HF) 47,56% (MOD).

Tabela 04: Estatística descritiva – Por roteiro R03

R03									
Variável	N	Média	DesvPad	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
PET (%)	42	1,092	0,88	80,55	0	0,229	1,069	1,717	2,931
PMD (%)	42	7,84	8,08	103	0,46	3,17	5,7	10,73	47,03
PP (%)	42	5,627	3,297	58,6	0	2,867	5,433	8,416	14,217
M (%)	42	3,902	5,41	138,65	0	0	0,701	6,572	21,372
HF (%)	42	33,97	9,4	27,66	4,64	29,39	32,84	38,69	58,73
MOD (%)	42	47,56	11,5	24,18	22,1	41,44	48,4	55,48	71,95

Fonte: Autor, 2022

O desvio padrão estabelecido na amostra tabela 04, não havendo homogeneidade de resultados entre as variáveis por roteiro R03, onde houve maior geração de resíduos orgânicos HF 9,4% e MOD 11,5%, onde na amostra a variável PET% = 0,88%, apresentou, valor % mais próximo do valor zero, pela pouca geração de resíduo.

Para os dados de coeficientes de variação tabela 04, as variáveis HF 27,66% e MOD 24,18%, com valores respectivos apresentaram media dispersão, quando comparado com as variáveis PET); (PMD), (PP), (M).

Na tabela 04 medidas de posição, mínimo e máximo conforme os dados de amostra, tiveram como valores% respectivos (PET) 0,00%, 2,931%; (PMD) 0,46%, 47,03 (PP) 0, 14,217% (M) 0,00%, 21,372% (HF) 4,64%, 58,73% (MOD) 22,1%, 71,95%.

Os dados de Q1 tabela 04 primeiro quartil na amostra 42, mostrou que 25% da amostra teve os seguintes valores em % (PET) 0,229%; (PMD) 3,17%, (PP) 2,867% (M) 0,00% (HF) 29,39 (MOD) 41,44%.

Na mediana ou Q2 mostrou que 50% da amostra teve como resultados por variável % (PET) 1,069%; (PMD) 5,7%, (PP) 5,433%, (M) 0,701% (HF) 32,84%, (MOD) 48,4%.

No quartil Q3 representou 75% amostra com os seguintes valores por variáveis (PET) 1,717%; (PMD) 10,73%, (PP) 8,416%, (M) 6,572%, (HF) 38,69%, (MOD) 55,48%.

Na amostra 56 tabela 05 as variáveis por roteiro **R04** em (%) (**PET**); (**PMD**), (**PP**), (**M**), (**HF**), (**MOD**), tiveram como média de geração de resíduos na amostra por categoria, com uma maior média de geração de resíduos orgânicos pelas variáveis (**HF**) **31,67%**, (**MOD**) **49,6%**.

Tabela 05: Estatística descritiva – Por roteiro R04

R04									
Variável	N	Média	DesvPad	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
PET (%)	56	1,317	1,077	81,79	0	0,51	1,244	1,811	5,215
PMD (%)	56	6,558	3,98	60,7	0,859	4,096	5,951	8,577	21,115
PP (%)	56	7,913	4,464	56,42	0,358	4,242	7,201	10,133	19,833
M (%)	56	2,941	6,152	209,21	0	0	0	3,307	32,946
HF (%)	56	31,67	7,97	25,15	15,7	26,34	31,7	37,64	48,15
MOD (%)	56	49,6	10,13	20,42	28,88	42,19	49,79	56,22	77,8

Fonte: Autor, 2022

Na amostra 56 tabela 05, o desvio padrão estabelecido, não houve homogeneidade de resultados entre as variáveis por roteiro **R04**, onde o maior desperdício de resíduos foi por parte das variáveis **HF 7,97%** e **MOD 10,13%**, e que na amostra a variável **PET% = 1,077%**, apresentou, valor % mais próximo do valor zero, pela pouca geração de resíduo.

Para os dados de coeficientes de variação tabela 05, as variáveis **HF 25,15%** e **MOD 20,42%**, com valores respectivos foram menores apresentando média dispersão, comparado as outras variáveis **PET**); (**PMD**), (**PP**), (**M**).

Na tabela 05 foram apresentadas medidas de posição, mínimo e máximo conforme os dados na amostra, tiveram como valores% respectivos (**PET**) 0,00%, 5,215%; (**PMD**) 0,859%,21,115% (**PP**) 0,358%, 19,833% (**M**) 0,00%, 32,946% (**HF**) 15,7%, 48,15% (**MOD**) 28,88%, 77,8%.

Os dados de **Q1** tabela 05 primeiro quartil na amostra **56**, mostrou que na amostra 25% dos dados tiveram os seguintes valores em % (**PET**) 0,51%; (**PMD**) 4,096%, (**PP**) 4,242% (**M**) 0% (**HF**) 26,34% (**MOD**) 42,19%.

Na mediana ou **Q2** mostrou que 50% dos dados na amostra tiveram como resultados por variável % (**PET**) 1,244%; (**PMD**) 5,951%, (**PP**) 7,201%, (**M**) 3,307 (**HF**) 31,7%, (**MOD**) 49,79%.

No quartil **Q3** representa que na amostra 75% dos valores apresentaram os seguintes valores por variáveis (**PET**) 1,811%; (**PMD**) 8,577%, (**PP**) 10,133%, (**M**) 3,307%, (**HF**) 37,64%, (**MOD**) 56,22%.

Na amostra 42 tabela 06 as variáveis por roteiro **R05** em (%) (**PET**); (**PMD**), (**PP**), (**M**), (**HF**), (**MOD**), tiveram como média de geração de resíduos na amostra por categoria, com uma média maior apresentada de geração de resíduos pelas variáveis orgânicas (**HF**) **30,63%** (**MOD**) **47,88%**.

Na amostra 42 tabela 06, quando analisado o desvio padrão estabelecido, não houve homogeneidade de resultados entre as variáveis por roteiro **R05**, onde o maior desperdício de resíduos ocorreu por parte dos materiais orgânicos **HF** 6,221% e **MOD** 8,68%, onde na amostra a variável **PET%** = 0,939%, apresentou, valor % mais próximo do valor zero, pela pouca geração de resíduo urbano.

Para os dados de coeficientes de variação tabela 06, as variáveis **HF** **20,31%** e **MOD** **18,12%**, com valores média de dispersão diferentemente das outras variáveis em estudo (**PET**); (**PMD**), (**PP**), (**M**).

Tabela 06: **Estatística descritiva – Por roteiro R05**

R05									
Variável	N	Média	DesvPad	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
PET (%)	42	1,455	0,939	64,58	0	0,712	1,356	1,921	3,567
PMD (%)	42	7,088	3,65	51,49	0	4,42	6,761	8,731	17,931
PP (%)	42	7,892	3,774	47,82	0	5,101	7,352	10,126	16,171
M (%)	42	5,05	5,214	103,23	0	0	4,413	9,073	17,356
HF (%)	42	30,63	6,221	20,31	18,819	25,759	30,043	35,578	43,843
MOD (%)	42	47,88	8,68	18,12	29,73	43,02	45,87	52,87	66,24

Fonte: Autor, 2022

Na tabela 06 foram apresentadas medidas de posição, mínimo e máximo conforme os dados na amostra, tiveram como valores% respectivos (**PET**) 0,00%, 3,567%;(**PMD**)0,00%,17,931% (**PP**)0,00 16,171%(**M**) 0,00%,17,356% (**HF**) 18,819%, 43,843% (**MOD**) 29,73%, 66,24%.

Os dados de **Q1** tabela 06 primeiro quartil na amostra 42, mostrou que 25% na amostra tiveram os seguintes valores em % (**PET**) 0,712%; (**PMD**) 4,42%, (**PP**) 5,101% (**M**) 0% (**HF**) 25,759% (**MOD**) 43,02%.

Na mediana ou **Q2** mostrou que 50% dos dados na amostra tiveram como resultados por variável % (**PET**) 1,356%; (**PMD**) 6,761%, (**PP**) 7,352%, (**M**) 4,413 (**HF**) 30,043%, (**MOD**) 45,87%.

No quartil **Q3** representou 75% dos valores da amostra em tabela com os seguintes valores por variáveis **(PET)** 1,921%; **(PMD)** 8,731%, **(PP)** 10,126%, **(M)** 9,073%, **(HF)** 35,578%, **(MOD)** 52,87%.

Na amostra **41** tabela 07 as variáveis por roteiro **R05** em (%) **(PET)**; **(PMD)**, **(PP)**, **(M)**, **(HF)**, **(MOD)**, tiveram como média de geração de resíduos na amostra por categoria, com uma média maior apresentada de geração de resíduos pelas variáveis **(HF)** **32,86%** **(MOD)** **48,12%**.

Tabela 07: Estatística descritiva – Por roteiro **R06**

R06									
Variável	N	Média	DesvPad	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
PET (%)	41	1,1	0,774	70,36	0	0,484	0,955	1,771	2,815
PMD (%)	41	5,76	2,912	50,56	1,459	3,489	5,1	8,557	11,769
PP (%)	41	7,663	3,129	40,83	2,139	5,34	7,645	9,886	15,547
M (%)	41	4,502	5,273	117,14	0	0	2,986	7,2	18,061
HF (%)	41	32,86	8,02	24,42	20	26,88	31,56	38,88	50,51
MOD (%)	41	48,12	9,01	18,73	28,84	40,65	47,04	54,91	68,18

Fonte: Autor, 2022

Na amostra 41 tabela 07, o desvio padrão estabelecido, não houve homogeneidade de resultados entre as variáveis por roteiro **R06**, onde o maior desperdício de resíduos ocorreu por parte dos materiais orgânicos **HF** 8,02% e **MOD** 9,01%, onde na amostra a variável **PET%** = 0,774%, apresentou, valor % mais próximo do valor zero, pela diminuição da geração deste tipo de resíduo urbano.

Para os dados de coeficientes de variação tabela 07, as variáveis **HF** **24,42%** e **MOD** **18,73%**, com valores média de dispersão, o que difere das outras variáveis **(PET)**; **(PMD)**, **(PP)**, **(M)**.

Na tabela 07 foram apresentadas medidas de posição, mínimo e máximo conforme os dados na amostra, tiveram como valores% respectivos **(PET)** 0,00%, 2,815%;**(PMD)** 1,459%,11,769% **(PP)** 2,139, 15,547%**(M)** 0,00%,18,061% **(HF)** 20%, 50,51% **(MOD)** 28,84%, 68,18%.

Os dados de **Q1** na tabela 07 primeiro quartil na amostra **41**, mostrou que 25% dos dados na amostra tiveram os seguintes valores em % **(PET)** 0,484%; **(PMD)** 3,489%, **(PP)** 5,34% **(M)** 0% **(HF)** 26,88% **(MOD)** 40,65%.

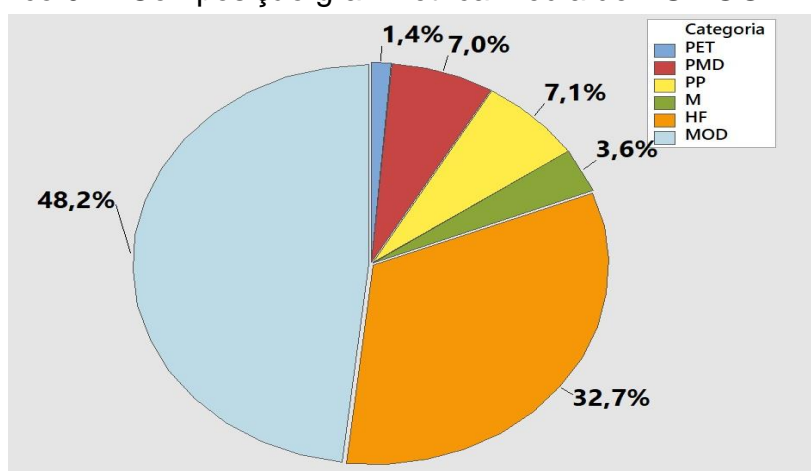
Na mediana ou **Q2** mostrou que 50% dos dados na amostra tiveram como resultados por variável % **(PET)** 0,955%; **(PMD)** 5,1% **(PP)** 7,645%, **(M)** 2,986 **(HF)** 31,56%, **(MOD)** 47,04%.

No quartil **Q3** representa 75% dos valores da amostra em tabela com os seguintes valores por variáveis **(PET)** 1,771%; **(PMD)** 8,557%, **(PP)** 9,886%, **(M)** 7,2%, **(HF)** 38,88%, **(MOD)** 54,91%.

5.2 ANÁLISE GRAVIMÉTRICA POR GRÁFICO

Ao ser analisado as variáveis no gráfico 01, quando identificado a média aritmética de resíduos sólidos produzidos pelos grandes geradores **(GG)** tendo a soma de todo o resíduo sólido gerado nas 6 amostras por variáveis, houve uma predominância das variáveis orgânicos % **Hort Frut (HF)** e **material orgânica digerível (MOD)** apresentado **32,70%** e **48,22%** respectivamente, por não haver ainda um trabalho de reaproveitamento desses resíduos de maneira mais efetiva conforme a lei de política nacional de resíduo sólido (Lei 12.305/2010) quando no art. 36, inciso V, sobre a necessidade de implantação nos municípios, de um sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos, a serem reaproveitados. Pois a média aritmética das variáveis **PET 1,4%**, **papel e papelão 7,1%**, **Madeira 3,6%**, **Plástico mole e duro 7,0%** apresentaram valores inferiores, quando se tem o aproveitamento desses materiais para fins de outras atividades a exemplo do **PET**, o que acaba gerando a diminuição desses resíduos, mesmo que ainda se façam presentes na área urbana RMB.

Gráfico 01 - Composição gravimétrica média de RS - GG



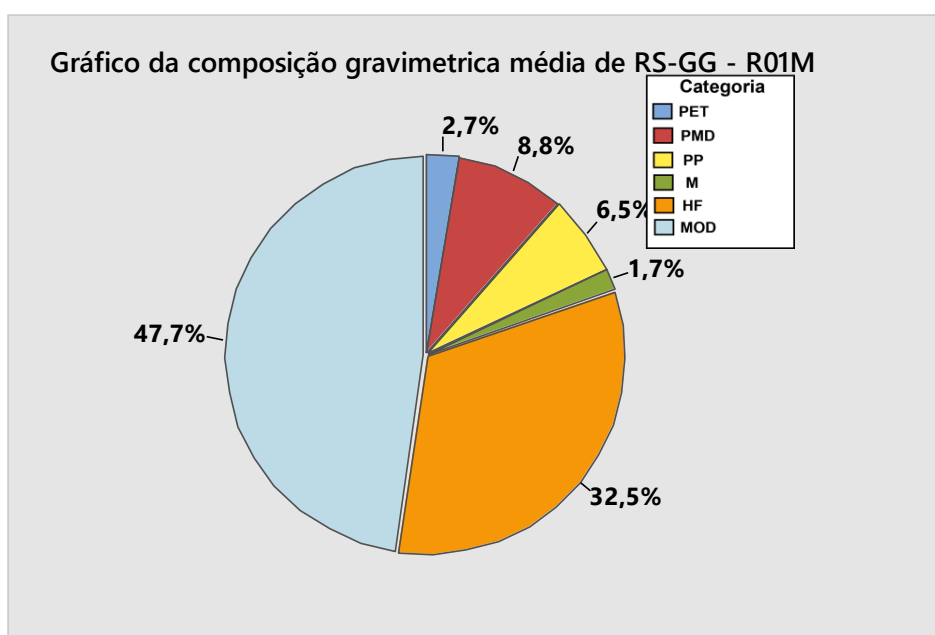
Fonte: Autor 2022

De acordo com a Lei 12.305/2010, espera-se que somente rejeitos ou resíduos que não tenham outra forma de reaproveitamento, sejam encaminhados aos aterros sanitários, sendo assim, a maioria desses resíduos não deveriam estar sendo depositados no aterro sanitário da região metropolitana de Belém.

As tabelas estatísticas de composição gravimétrica por roteiro, apresentaram valores, em que os resíduos sólidos pelos grandes geradores, no início do levantamento de dados primários até o término das coletas das amostras, houvesse a predominância de maior geração de resíduos sólidos orgânicos pelas variáveis hortifrúti - **HF** e material orgânico digerível - **MOD**, nas 6 amostras existentes por roteiro **R01 a R06** existente conforme os dados a seguir.

No gráfico 02 com a composição gravimétrica média de resíduos sólidos pelos grandes geradores no roteiro **R01** houve a predominância de **47,7%** material orgânico digerível **MOD**, **32,5%** **HF**, assim como na categoria estudada a existência de **2,7%** **PET**, **8,8 %** **PMD**, **6.5 %** **PP** e por fim **1,7% M**.

Gráfico 02 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R0

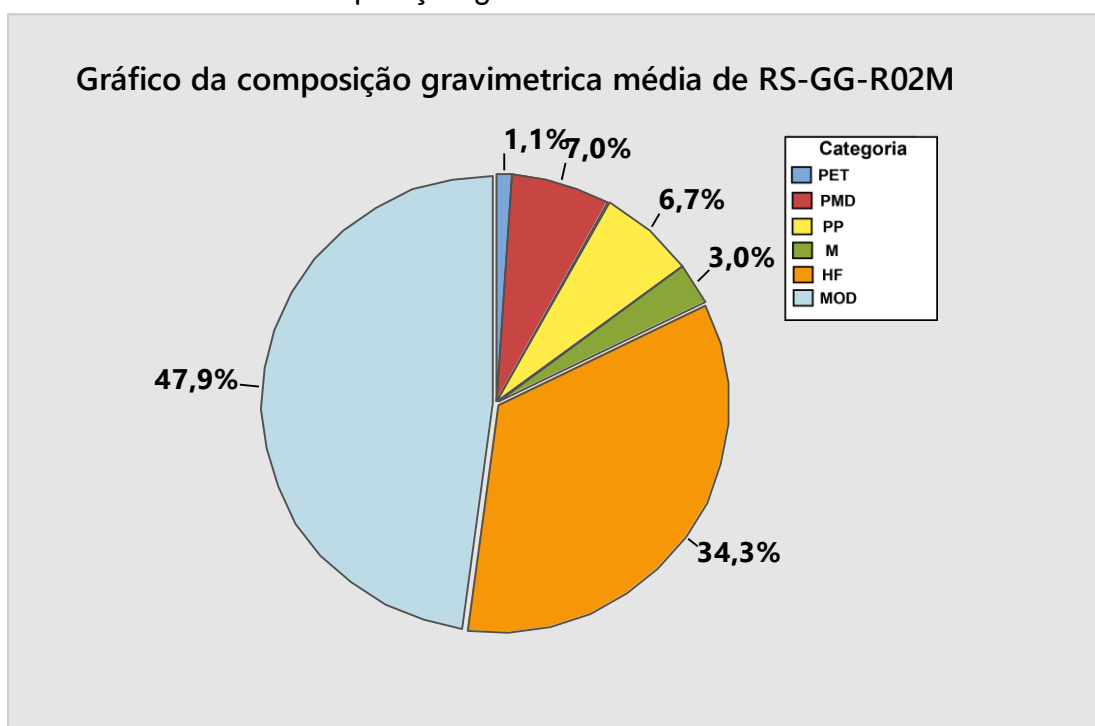


Fonte: Autor, 2022

Os dados primários obtidos na composição gravimétrica média no roteiro **R01**, tem se confirmado, que a deficiência de atividades que estimulam a técnica de compostagem, resulta em maior quantidade de resíduos orgânicos conforme os dados obtidos no roteiro **R01**, tendo como reflexo uma maior carga desse material, orgânico no aterro sanitário.

A composição gravimétrica média de resíduos sólidos presentes no roteiro **R02** gráfico 03, houve a predominância de valores na categoria estudada quando observados os dados % **HF 34,3%**; **MOD 47,9%**, **PET 1,1 %**, **PMD 7,0%**, **PP 6,7%** e **M 3,0%**.

Gráfico 03 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R02

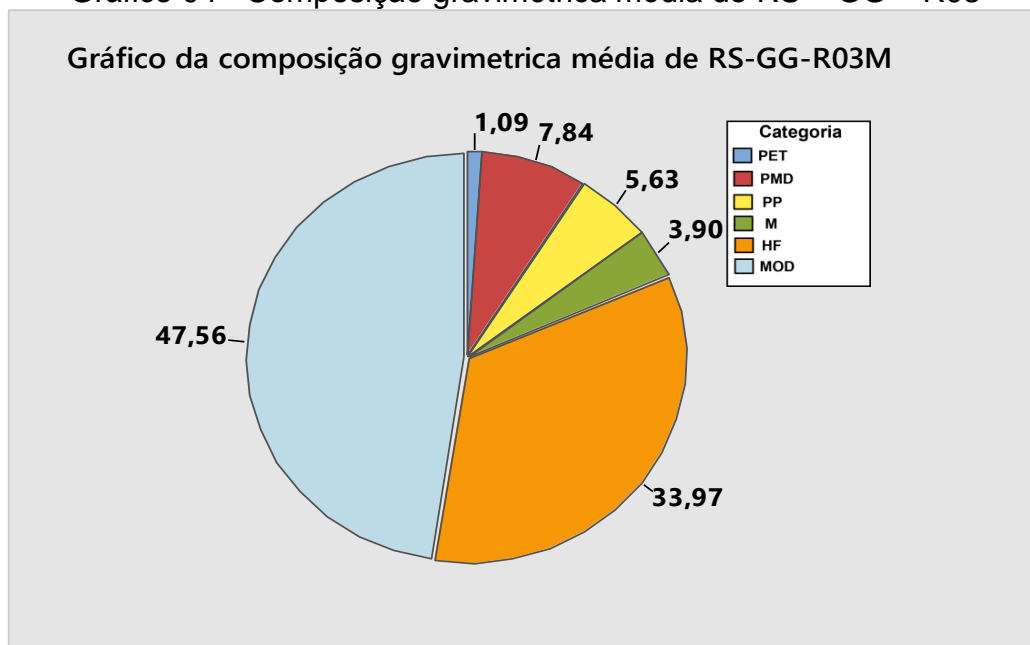


Fonte: Autor, 2022

Os valores em percentual de **HF** e **MO** no roteiro **R02**, ainda que, não apresentem os mesmos valores em % desde das primeiras análises, de roteiros por categoria, ainda segue a predominância desses materiais em maiores valores %, a serem encontrados no aterro sanitário na RMB com maior carga quando comparados com os outros elementos observados por categoria, que apresentaram pequena quantidade em % obtidos.

Os dados analisados de gravimetria média de resíduos sólidos quando analisado a categoria envolvida no estudo **R03** gráfico 04, houve a predominância **HF 33,97%**; **MOD 47,56%**, **PET 1,9%**, **PMD 7,84%**, **PP 5,63%**, **M 3,90**

Gráfico 04 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R03

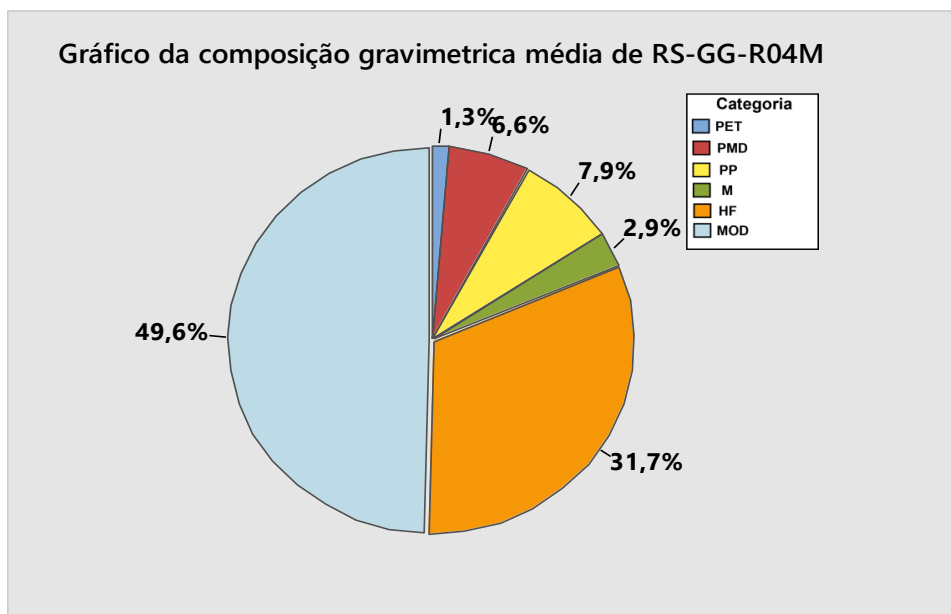


Fonte: Autor, 2022

As variações em % **R03** que ocorreram na composição gravimétrica até o momento na análise dos elementos em estudo por categoria, tem relação direta pelos seguintes fatores a serem levados em questão com o estudo proposto, local, hábitos, nível educacional da população, atividades econômicas dominantes, desenvolvimento econômico, e as condições de clima local. Onde as variáveis por categoria **HF e MOD** continuam sendo predominantes como carga de material orgânico na análise. Além do mais quando observado os outros elementos da categoria em estudo **PMD %**, **M%**, **PET%**, apresentaram um aumento %, quando comparados com os elementos de categoria contidos no **gráfico 03** antecessor.

A composição gravimétrica média de resíduos sólidos quando analisado o roteiro **R04** no gráfico 05, apresentou como média de geração de resíduos em maior quantidade % por categoria a existência de **31,7% HF**, **49,6% MOD**, **1,3 % PET**, **6,6% PMD**, **7,9% PP**, **M 2,9%**.

Gráfico 05 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R04

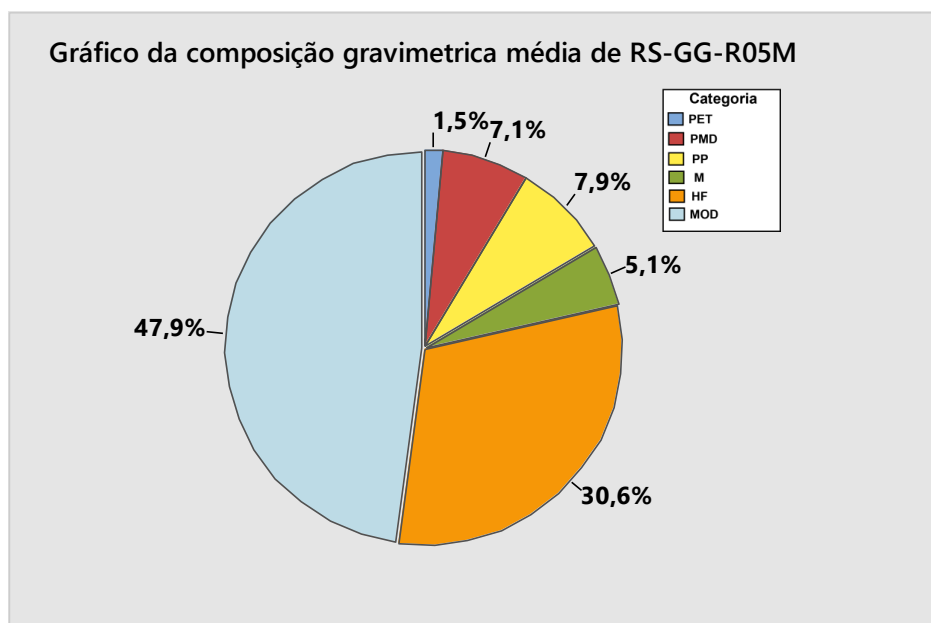


Fonte: Autor, 2022

Mesmo que a categoria analisada **R04** demonstre que os materiais orgânicos **HF%**, **MOD%**, sejam gerados em maior quantidade pelo percentual apresentado, desde os primeiros roteiros analisados se observou a crescente geração de resíduos **PP %** até o momento na pesquisa, o que resulta em maior acúmulo desse material em aterro sanitário, o que poderia está sendo destinado para atividades a exemplo da produção de artesanato e compostagem. Porém tais práticas afim de redução dos resíduos sólidos no aterro sanitário da RMB, deva parti principalmente por projetos organizados e estimulados pelo poder público.

No gráfico 06 analisado a composição gravimétrica média de resíduos sólidos no roteiro **R05**, onde os materiais orgânicos de acordo com os dados estatísticos apresentados continuam sendo os grandes vilões quando encontrados em quantidade significativa, de acordo com os dados estatísticos no gráfico 06, **47,9% MOD**, **30,6% HF**, **1,5% PET**, **7,1% PMD**, **7,9 PP**, **5,1% M**, conforme a categoria estudada.

Gráfico 06 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R05

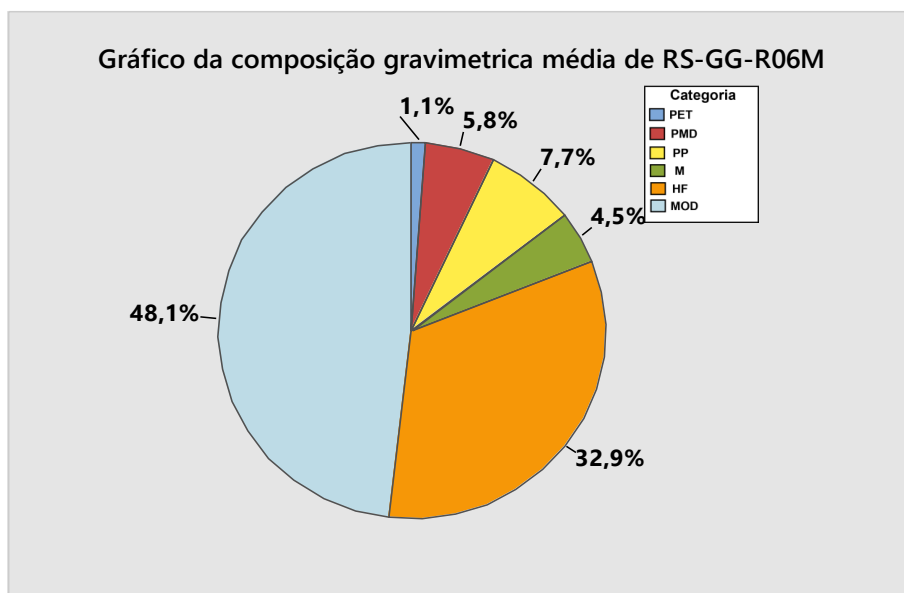


Fonte: Autor, 2022

Ao ser analisado a categoria que envolve os materiais orgânicos e inorgânicos observou-se também o crescente aumento de resíduos orgânico de **M**, ao ser analisado o gráfico 06 no roteiro **R05**.

A composição gravimétrica média de resíduos sólidos no roteiro **R6** Gráfico 07 onde foram analisados dados por categoria de distribuição dos elementos que apresentam maior geração de resíduos encontrados na área em estudo, onde ficou notório que os materiais orgânicos têm apresentado maior carga orgânica conforme as práticas que ainda estejam insuficientes para diminuição de carga orgânica, os dados expostos no gráfico 07 apresentaram: **48,1% MOD**, **32,9% HF**, **1,1% PET**, **5,8% PMD**, **7,7% PP** e **4,5% M**.

Gráfico 07 - Composição gravimétrica média de RS – GG – R06



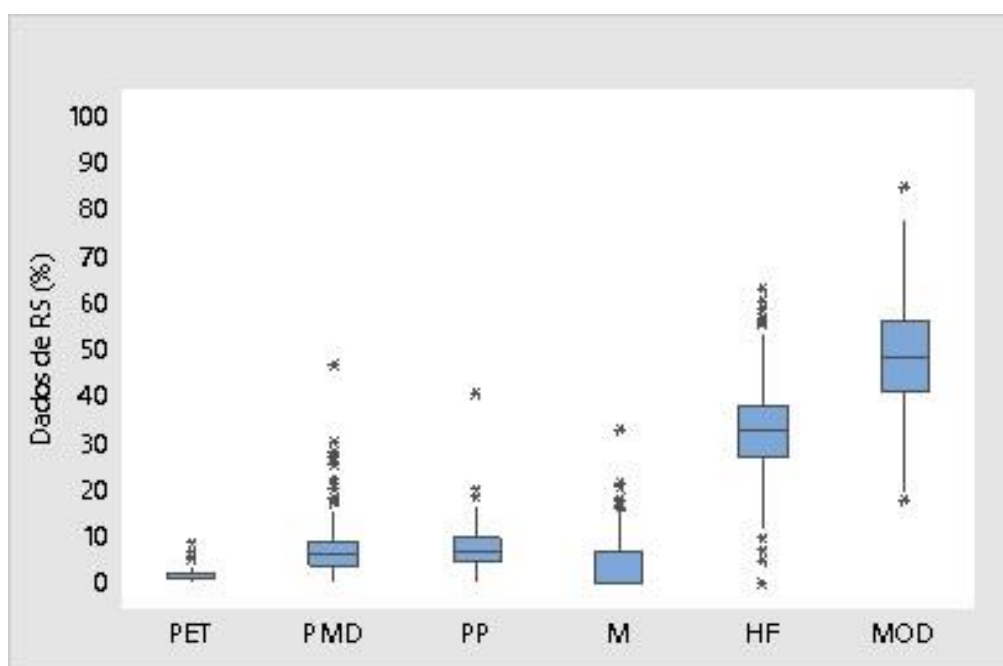
Fonte: Autor, 2022

No gráfico 07 quando analisado a categoria de elementos orgânicos e inorgânico por gravimetria no roteiro **R06**, ficou identificado, que mesmo que haja variação de dados% **HF** e **MDO** conforme todos os gráficos analisados **R1 a R6**, são elementos, em que, sua presença no local de estudo na região metropolitana, é quase improvável na área em estudo, e conforme a PNRS é necessário apresentar alternativas para redução desses resíduos, antes mesmo do seu despejo no aterro sanitário na RMB ou nas áreas urbanas de maneira irregular.

5.3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RS POR MEIO DE GRÁFICOS BOXPLOT

No gráfico 08 foi analisado o Boxplot da composição gravimétrica de RS – GG. Onde ficou identificado que os dados que apresentaram assimetria positiva, em relação aos valores em %, que estavam abaixo da mediana **Q2**, no entanto os maiores valores apresentados em percentual de geração de resíduos, estão localizados no quartil **Q1** dos elementos orgânicos **HF, MOD**.

Gráfico 08 – Boxplot da composição gravimétrica de RS – GG



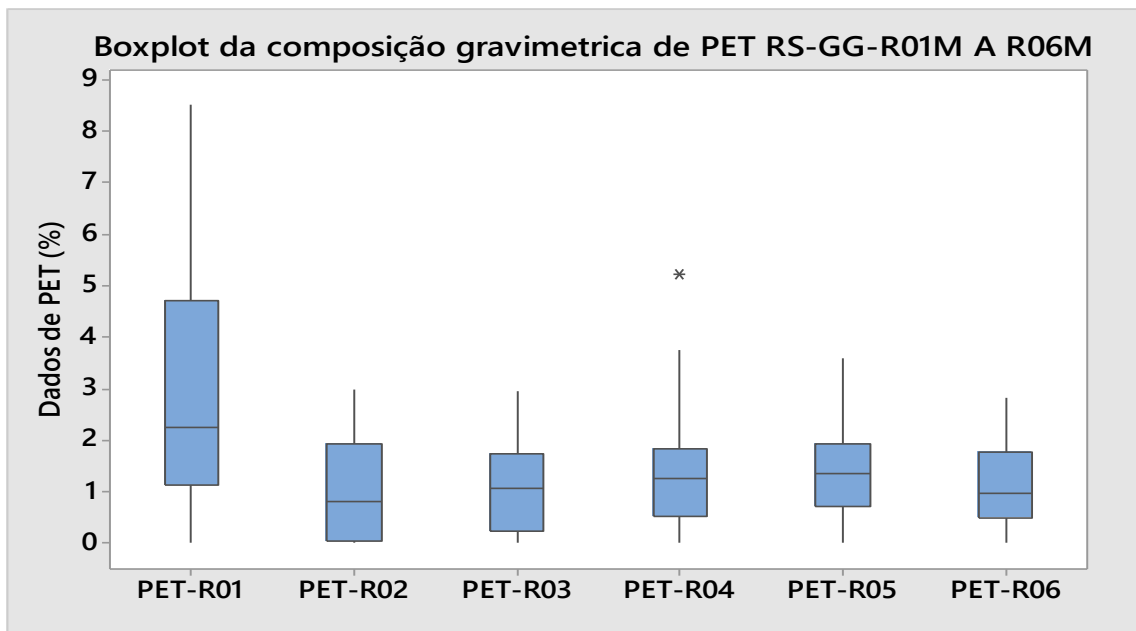
Fonte: Autor, 2022

O gráfico 08 apresenta valores outliers ou seja (**valores discrepantes**) são valores numericamente distantes da maior parte do conjunto de dados analisados, os valores extremos foram identificados no limite inferior e superior de detecção no gráfico.

Ao identificar valores outliers ou seja (**valores discrepantes**) poderão ser identificados em outros casos, no decorrer das análises e discussões dos demais gráficos com dados boxplot de composição gravimétrica no estudo.

No gráfico 09 o Boxplot da composição gravimétrica de RS – PET. Os dados analisados apresentaram uma assimetria positiva, quando analisado somente o maior valor em % de geração resíduo **PET**, se encontra localizado abaixo da mediana **Q2** e mais próximo do quartil **Q1**, equivalente ao roteiro **RO1**. O gráfico 09 apresentou valor Outliers, identificado no limite superior de detecção no **PET- R04**

Gráfico 09 – Boxplot da composição gravimétrica de PET – GG -RO1 A RO6

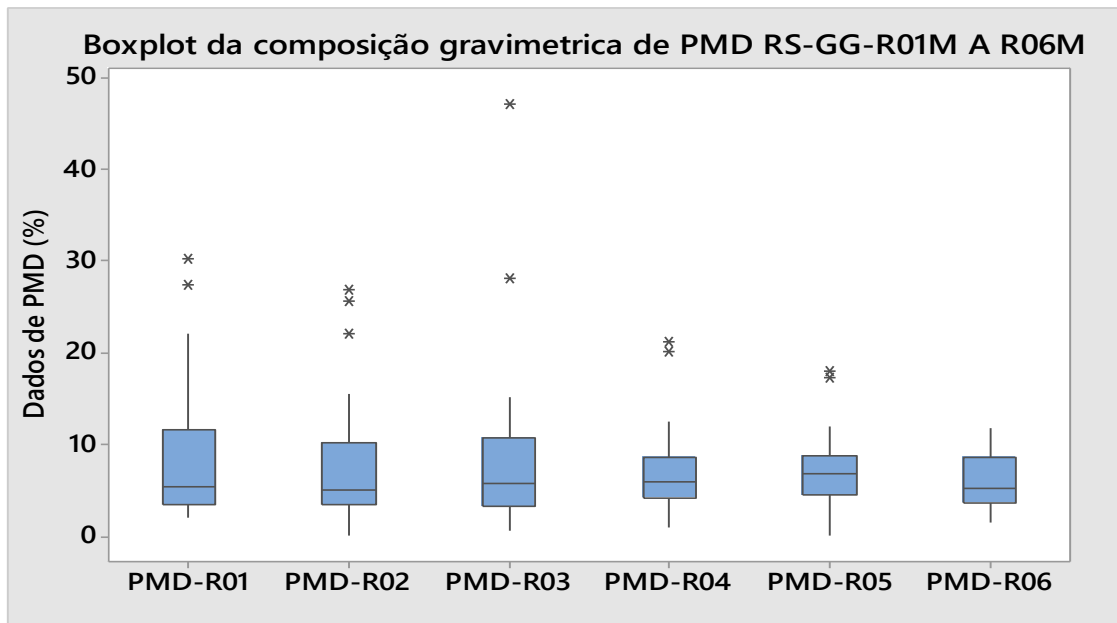


Fonte: Autor, 2022

No gráfico 10, Boxplot da composição gravimétrica de RS – **PMD**. Os dados analisados apresentaram uma assimetria positiva, quando analisado somente o maior valor em % de geração resíduo **PMD**, o mesmo se encontra localizado abaixo da mediana **Q2** e mais próximo do quartil **Q1**, equivalente ao roteiro **RO1**.

O gráfico 10 apresenta valor Outliers, identificado no limite superior de detecção no **PMD- R01 a R05**.

Gráfico 10 – Boxplot da composição gravimétrica de PMD – GG -RO1 A RO6

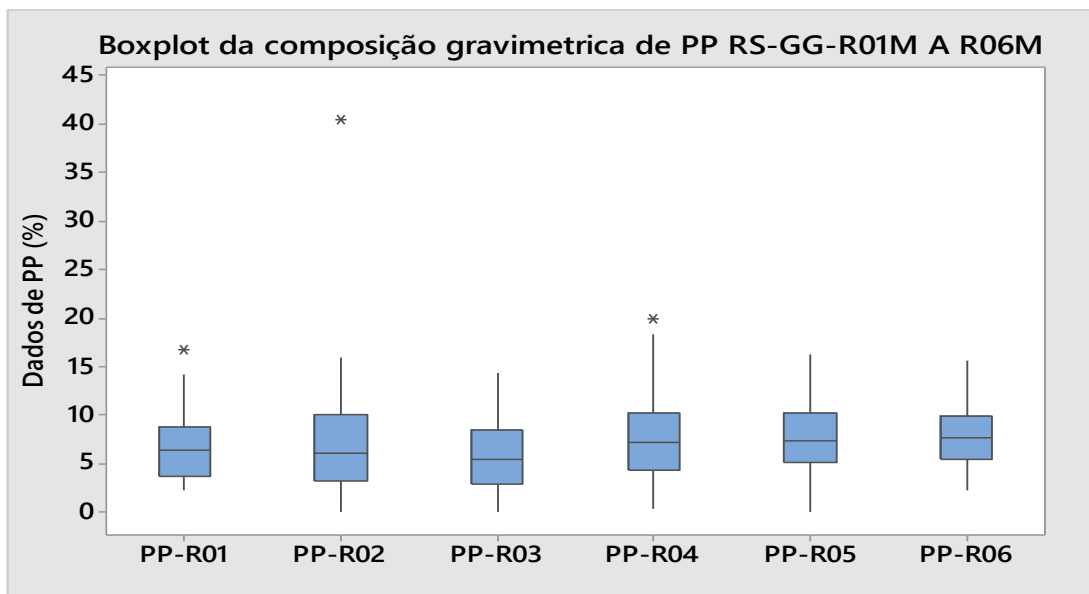


Fonte: Autor, 2022

De acordo com os dados contidos no gráfico 11, Boxplot da composição gravimétrica de RS – **PP**. Os dados analisados apresentaram uma simetria, quando analisado somente o maior valor em % de geração resíduo **PP**, o mesmo se encontra localizado na média **Q2**, equivalente ao roteiro **R01**.

O gráfico 11 apresenta valor Outliers, identificado no limite superior de detecção no **PP- R01, R02 , R04**.

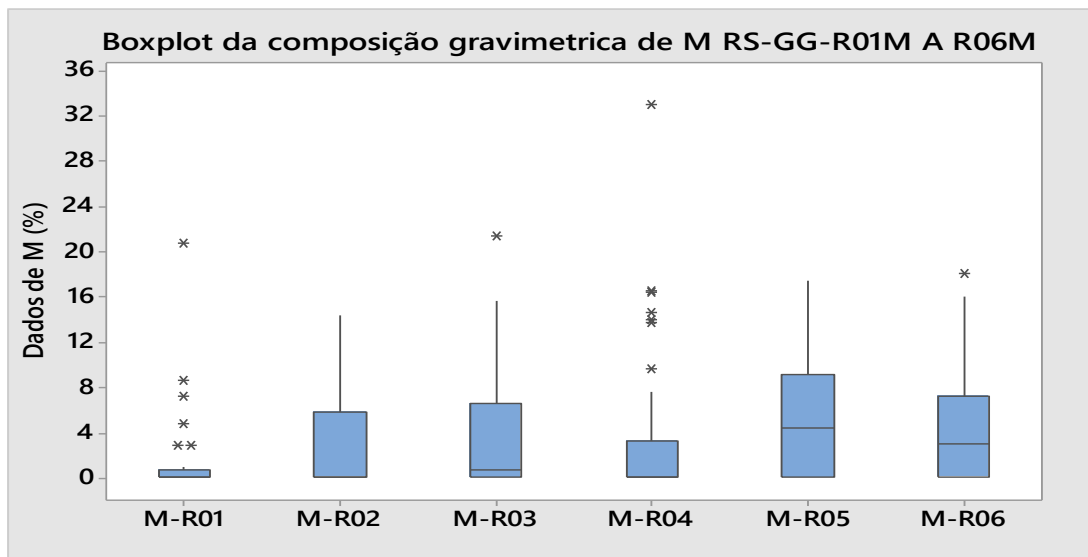
Gráfico 11 – Boxplot da composição gravimétrica de PP – GG -R01 A R06



Fonte: Autor, 2022

De acordo com os dados contidos no gráfico 12, Boxplot da composição gravimétrica de RS – **M**. Os dados analisados apresentaram uma simetria, quando analisado somente o maior valor em % de geração resíduo **PP**, o mesmo se encontra localizado na média **Q2**, equivalente ao roteiro **R05**. O gráfico 12 apresenta valor Outliers, identificado no limite superior de detecção no **M - R01, R03, R04, R06**.

Gráfico 12 – Boxplot da composição gravimétrica de M – GG -R01 A R06

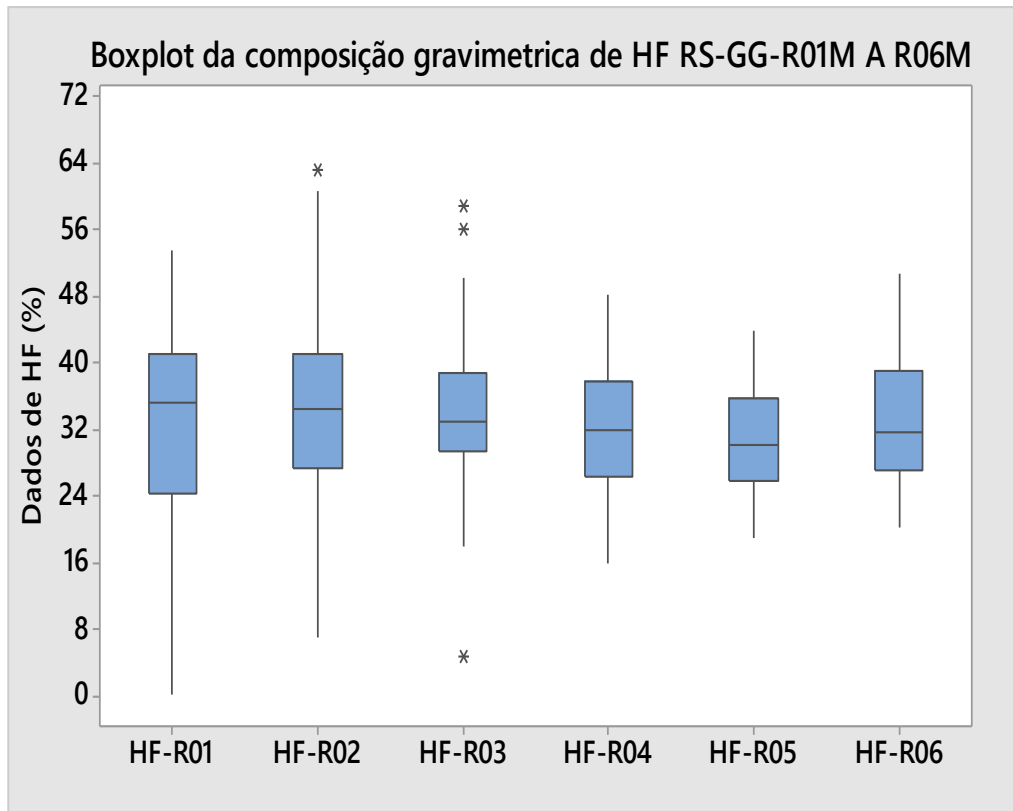


Fonte: Autor, 2022.

No gráfico 13 temos o boxplot da composição gravimétrica de RS – HF e apresentaram dados de simetria **Q2** quando analisado somente o maior valor em % de geração resíduo **HF** do roteiro M-R02.

O gráfico 13 apresentou valor Outliers, identificado no limite superior de detecção no **HF - R02, R03**.

Gráfico 13 – Boxplot da composição gravimétrica de HF – GG -R01 A R06

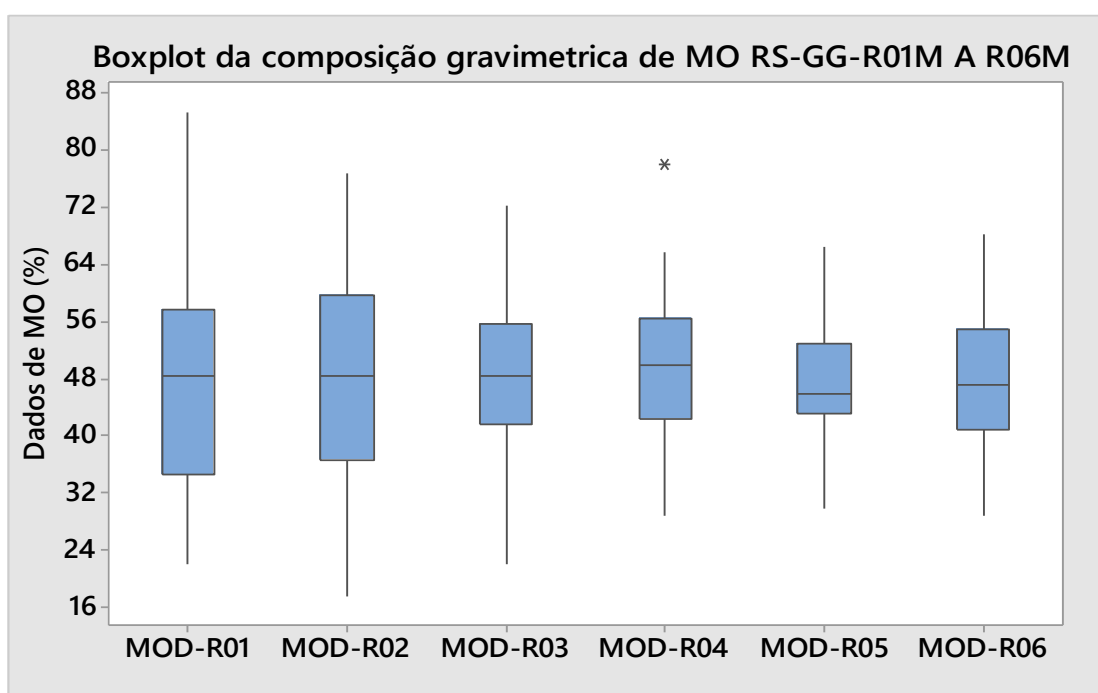


Fonte: Autor, 2022

No gráfico 14 boxplot da composição gravimétrica de RS – MOD apresentaram dados de simetria **Q2** quando analisado somente o maior valor em % de geração resíduo **MOD** do roteiro M-R04.

O gráfico 14 apresenta valor Outliers, identificado no limite superior de detecção no **MOD - R04**.

Gráfico 14 – Boxplot da composição gravimétrica de MOD – GG -R01 A R06



Fonte: Autor, 2022

5.4 TESTE DE KRUSKALL-WALLIS – GG.

De acordo com os valores de p observados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.8**, cujos valores de p foram sempre maiores que α , verifica-se que não há evidências para rejeição da hipótese nula (H_0), neste caso, conclui-se que % PMD, %HF e % MOD apresentam o mesmo comportamento quanto a composição gravimétrica independente do roteiro de coleta realizado, enquanto que %PET, %PP e % M mostra a situação oposta para tais frações de RSGG.

Tabela 08 - Teste de Kruskal-Wallis comparação dos componentes da gravimetria de RS-GG.

Variável	Valores do teste	Probabilidade de significância de p	Conclusão do teste para $\alpha= 5\%$.
%PET	H=17,66 N1=28(mediana =2,23) N2=56 (mediana =0,80) N3=42 (mediana =1,07) N4=56 (mediana =1,24) N5=42 (mediana =1,36) N6=41 (mediana =0,96)	0,003	Ho deve ser rejeitado.
%PMD)	H=3,06 N1=28(mediana =5,42) N2=56 (mediana =4,88) N3=42 (mediana =5,70) N4=56 (mediana =5,95) N5=42 (mediana =6,76) N6=41 (mediana =5,10)	0,691	Ho não deve ser rejeitado.
%PP	H=13,18 N1=28(mediana =6,28) N2=56 (mediana =6,06) N3=42 (mediana =5,43) N4=56 (mediana =7,20) N5=42 (mediana =7,35) N6=41 (mediana =7,65)	0,022	Ho deve ser rejeitado
%M	H=13,91 N1=28(mediana =0,0) N2=56 (mediana =0,00) N3=42 (mediana =0,70) N4=56 (mediana =0,0) N5=42 (mediana =4,41) N6=41 (mediana =2,98)	0,016	Ho deve ser rejeitado
%HF	H=6,23 N1=28(mediana =35,14) N2=56 (mediana =34,36) N3=42 (mediana =32,84) N4=56 (mediana =31,70) N5=42 (mediana =30,04) N6=41 (mediana =31,56)	0,285	Ho não deve ser rejeitado.
% MOD	H=1,06 N1=28(mediana =48,27) N2=56 (mediana =48,21) N3=42 (mediana =48,40) N4=56 (mediana =49,79) N5=42 (mediana =45,87) N6=41 (mediana =47,04)	0,958	Ho não deve ser rejeitado.

Fonte:Autor,2022

Tais situações, provavelmente podem ser atribuídas aos seguintes aspectos:

1) O % PMD, %HF e % MOD na RMB são componentes cuja valorização quanto ao gerenciamento de resíduos em termos de reciclagem encontra-se incipiente em termos do potencial econômico para fabricação de novos produtos plásticos ou mesmo o não aproveitamento do conteúdo orgânico para produção de condicionador de solo e/ou biofertilizante, tendo como destino final o envio destes para o Aterro Sanitário de Marituba (PA);

2) Em relação %PET, %PP e % M os mesmos estão envolvidos na cadeia de reciclagem de materiais secos e desse modo como o mercado na RMB tem maior potencial de comercialização quanto a comercialização e/ou fabricação de novos produtos, provavelmente a distinta composição observada se deva a eficácia dos procedimentos de coleta interna realizada nos empreendimentos de GG-RSU;

5.4 Conceito; dificuldades e as possibilidades para implementação do sistema potencial para matéria orgânica digerível, uma vez que o resultado mostra uma produção excessiva de resíduos orgânicos, dos grandes geradores na região metropolitana de Belém-PA

Estudos recentes têm mostrado que a maioria dos resíduos sólidos encontrados nos aterros sanitários no Brasil são de origem orgânica, onde a necessidade desse material se transformado em compostagem devido ao seu potencial para produção agrícola, como papel fundamental, para a diminuição de carga orgânica nos aterros sanitários com redução de gases nocivos e pela redução da poluição de corpos hídricos por chorume.

Assim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos determina que o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo desses resíduos observe o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos para implantar sistema de compostagem TYBUSCH; FONSECA; BORBA (2019).

Pois o sistema de compostagem na sociedade pode ser trabalhado conjuntamente com a educação ambiental para crianças, jovens e adultos nas escolas, afim de entender a importância pela diminuição de resíduos orgânicos levados desnecessariamente para aterros sanitários, pois há a possibilidade do

material orgânico se transformado em compostagem para atividades voltadas principalmente para agricultura familiar.

Contudo os educandos precisam ter seu futuro garantido neste planeta, garantia esta que a sociedade atual não tem proporcionado como recentemente foi denunciado pela UNICEF (2020), “O mundo não consegue proporcionar às crianças uma vida saudável e um clima adequado para o seu futuro”. Desta forma, nada é mais importante do que começar um trabalho de educação ambiental na educação básica com o objetivo de conscientizá-los pela preservação do meio ambiente ALBUQUERQUE et al., [2022?].

Segundo Avelar; Araújo e Barbosa (2021), nessa linha de pensamento, aponta-se a educação ambiental com agente de transformação na perspectiva de formação de sociedades sustentáveis. Sua prática como compromisso social, fundamentada em uma abordagem interdisciplinar, articulada as demais dimensões e aplicada de forma permanente torna-se um processo de enfrentamento das questões ambientais e de disseminação de uma nova racionalidade.

Para Silva et al. (2019), acredita-se que reflexões em torno da relação Educação Ambiental/Saneamento, tornam-se uma dimensão importante no debate da sustentabilidade, que pode ser percebida como uma sistêmica social, ambiental, econômica, política, tecnológica e ecológica que molda não uma, mas diversas sociedades sustentáveis segundo seus preceitos culturais e padrões de bem-estar influenciados por seu desenvolvimento histórico e seu ambiente natural.

Sobre a prática de compostagem na Escola de Atividade Complementar Fazendinha Esperança (EACFE), no município de Marituba, Pará. Possui um parque agroecológico, com horta, viveiro de mudas, e casa de compostagem, onde consegue produzir alimentos que complementam a comida das crianças e também é capaz de aumentar a renda da escola, vendendo produtos excedentes para famílias que participam do projeto de aeróbica ALBUQUERQUE et al., [2022?]).

As atividades de educação ambiental que estimulam a prática da compostagem, favorece uma sociedade futura com menos desperdício de resíduos orgânicos e reforça o entendimento para as futuras gerações sobre a importância de se manter em equilíbrio os recursos naturais de maneira renovável sem desperdício, mesmo que as práticas de compostagem na região metropolitana de Belém - PA, ainda ocorra conforme os estudos voltados ao assunto, como processo recente.

5.5 GRANDES GERADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ATUAL CONJUNTURA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – PARÁ

Segundo a secretaria de municipal de meio ambiente de Belém (Semma, 2022) são definidos como Grandes Geradores de Resíduos Sólidos os proprietários, possuidores ou titulares de estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, entre outros, geradores de resíduos sólidos caracterizados como resíduos da Classe 2, pela NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em volume superior a 0,2 m³ (dois décimos de metros cúbicos) diários; os geradores de resíduos sólidos inertes, tais como entulho, terra e materiais de construção, com massa superior a 50 (cinquenta) quilogramas diários, considerada a média mensal de geração, sujeitos à obtenção de alvará de aprovação e/ou execução de edificação, reforma ou demolição; além dos condomínios de edifícios não residenciais ou de uso misto, cuja soma dos resíduos sólidos, caracterizados como resíduos Classe 2, pela NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, gerados pelas unidades autônomas que os compõem, seja em volume médio diário igual ou superior a 1m³ (um metro cúbico).

A Lei nº 5.610, de 18 de fevereiro de 2016 dispõe sobre a responsabilidade dos grandes geradores de resíduos sólidos gerenciarem os próprios resíduos não perigosos e não inertes, ou seja, eles passam a ser responsáveis pelo acondicionamento adequado, coleta, transporte e disposição final dos resíduos sólidos (SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA, 2019).

Neste sentido, faz-se importante mencionar o Decreto nº 83.021, de 19 de junho de 2015, que estabelece as normas e os prazos para o cadastramento dos grandes geradores de resíduos sólidos em Belém-PA. Nele, tem-se que “os grandes geradores deverão promover meios para a realização da coleta seletiva na fonte geradora; criar condições para a separação e coleta de recicláveis e segregar os resíduos sólidos gerados, minimamente, em secos e úmidos” (DECRETO 83021, Art. 4^o), e que estes devem ser encaminhados às cooperativas ou associações de materiais recicláveis indicadas pelo poder público municipal, como forma de apoio e fomento do trabalho da coleta seletiva, por meio da destinação de resíduos às associações e cooperativas de catadores existentes no município, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (DECRETO 83021, Art. 4^a

As políticas públicas de acordo com a implantação da PNRS, pouco se avançou na RMB, para que as atividades como a reciclagem pudesse inserir mais pessoas em cooperativas ou associações, onde se precisa agregar mais valores com interesse político e social, para as atividades de reciclagem, tão importante na geração de emprego e renda para mais pessoas que retiram dos resíduos sólidos diariamente sua forma de sustento.

Segundo Besen; Jacobi, Freitas (2017) é possível afirmar que os instrumentos para a implementação da PNRS – Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos, a Coleta Seletiva, a Logística Reversa, bem como os Incentivos Fiscais, Financeiros e Creditício, embora acertadamente previstos na lei, ainda não estão adequadamente implementados.

O que infelizmente fica claro que as dificuldades enfrentadas pelos municípios brasileiros para implementação da PNRS, só reforça o entendimento, que a solução para gestão de resíduos sólidos, tem tornado distante, um cenário mais favorável para a gestão de resíduos sólidos, que só tendem aumentar o volume gerado de resíduos sólidos nas cidades brasileiras pela falta de gestão de resíduos sólidos mais eficiente

6 CONCLUSÃO

A Região Metropolitana de Belém/PA (RMB), local de estudo, dispõe de diversos estabelecimento que se enquadram como grandes geradores, produzem uma quantidade de resíduos recicláveis e orgânicos digeríveis. Resíduos esses que tem o destino e tratamento no aterro sanitário, localizado no município de Marituba, onde essa produção de resíduos tem um percentual considerado, tornando o custo operacional do aterro mais elevado com: pessoal, equipamentos tratamento de efluente entre outros. O objetivo central do estudo foi pautado na identificação através de dados gravimétricos da possível relevância técnica para os resíduos gerados pelos grandes geradores da RMB, para uma melhor utilização dos resíduos. Dessa forma haverá uma contribuição para o aumento da vida útil do aterro sanitário.

A pesquisa obedeceu a ABNT - NBR 10007 para o estudo gravimétrico que analisado os dados quantitativos e qualitativos da gravimetria dos grandes geradores, permitiu apresentar o conceito das dificuldades e as possibilidades para implantação do sistema de destinação com melhor aproveitamento dos resíduos e identificar quais são os grandes geradores de resíduos sólidos na atual conjuntura na RMB.

A legislação ambiental brasileira abrange uma série de normas legais que estão associadas à Lei nº 12.305/2010, sendo aplicadas de maneira integrada, quando o assunto se refere à gestão, manejo e destinação final de resíduos sólidos CAVALCANTE et al., (2014).

Essa fração orgânica gera diversos impactos ambientais, como em áreas de aterros sanitários, depósitos irregulares, impactos à salubridade dos ambientes urbanos pela poluição ou contaminação do solo, também se torna fonte de vetores de doenças, poluição atmosférica e descaracterização visual (GONÇALVES, 2021).

Todo processo de degradação de matéria orgânica na presença de oxigênio pode ser considerado como compostagem, porém, a forma como diferentes fatores (umidade, aeração, temperatura...) são combinados e controlados é o que caracteriza os diferentes métodos de compostagem (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A gravimetria é uma ferramenta importante para a construção e a consolidação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Através de todo estudo realizado

durante o período proposto para a pesquisa, com ampla fundamentação teórica. Segundo Souza e Dos Santos (2020) a gravimetria trata-se da separação e pesagem dos resíduos para caracterização dos mesmos. Para isso são utilizados alguns instrumentos, tais como recipientes (baldes) de volume conhecidos e balança. A cada dia de coleta, o material necessita ser transportado para um local que possibilita a pesagem em sua totalidade e segregação mediante composição simplificada a exemplo do papel, plástico, matéria orgânica, metal, rejeitos. Para um bom estudo gravimétrico, é necessário realizar um planejamento efetivo, visando à padronização da metodologia a ser utilizada na coleta, triagem, pesagem, quarteamento e separação dos diversos componentes da parte sólida dos resíduos (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE-RJ, 2021).

Concomitante aos dados primários da amostra dos resíduos apresentados na pesquisa, PET, PMD, PP, M, HT e MOD, sendo de fundamental importância para compreensão do estudo gravimétrico dos resíduos gerados pelos grandes geradores da RMB, contribuindo para a tomada de decisões, por parte da gestão pública no tratamento de resíduos.

Os resultados pretendidos foram alcançados nas perspectivas do teste de Kruskal-Wallis através da comparação dos componentes da gravimetria de RS-GG. De acordo com os valores de p foram sempre maiores que α , verifica-se que não há evidências para rejeição da hipótese nula (H_0), neste caso, conclui-se que % PMD, %HF e % MOD apresentam o mesmo comportamento quanto a composição gravimétrica independente do roteiro de coleta realizado, enquanto %PET, %PP e % M mostra a situação oposta para tais frações de RSGG. Mostra que os resíduos PET, PP e M insignificante na geração de resíduos nos grandes geradores da região metropolitana, deixando de ser interessante. Os resíduos PMD, HF e MOD são totalmente relevantes para utilização de tecnologias que venham a contribuir ambientalmente para o município de Belém.

Os resultados observados para hortifrutis (HF) com média de 32,7%, Matéria Orgânica digerível (MOD) 48,2% e plástico mole e duro (PMD) 7%, demonstram que os resíduos gerados nos grandes geradores produzem grandes quantidades de resíduos compostáveis, e/ou sustentáveis para tecnologias que buscam o aproveitamento de resíduos orgânicos digeríveis, sendo que a média geral foi de 80,9% de resíduos orgânicos. A segregação dos resíduos nos grandes geradores, diminuem consideravelmente o custo operacional de aterros sanitários, com

tratamento de líquidos gerados, redução da área de operação, etc., tendo uma contribuição para a qualidade ambiental, e que é necessário ser feito, a fim de minimizar tais danos ao meio ambiente. O curso pelo programa de pós-graduação em engenharia sanitária e ambiental, vem através de pesquisas acadêmicas, difundir a importância de estudos ambientais a fim do desenvolvimento de atividades sustentáveis em equilíbrio com a sociedade moderna para as presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2016.

ABREU, M.; **Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos**. Manual de Orientação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2017

ADENIRAN, A.E.; NUBI, A.T.; ADELOPO, A.O. **Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable wastemanagement .Waste Management**, v. 67, p. 3-10. 2017.

ALVES, A. R. G.; OLIVEIRA, L. M. de M. **Gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos e a consequente minimização dos impactos causados ao meio ambiente**. / Anna, Lara -. 20 folhas. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) – Faculdade Doctum Juiz de Fora. 1. Resíduos orgânicos. 2. Impactos ambientais. I. Gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos e a consequente minimização dos impactos causados ao meio ambiente. Faculdade Doctum Juiz de Fora. 2019.

ANTONIO.C.G;LEITE.J.T.C.T,BONATO.M.B.K,ALCANTARA.F.S.D.K,ALCANTARA.F.S.D.K. **Percepção sobre a valorização dos resíduos sólidos urbanos: um estudo com os colaboradores da gravimetria da coleta comum na região metropolitana de são Paulo**. XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Vitória/ES – 23 a 26/11/2020

BARROS.F, SANTOS.J.M.G,FREITAS.A.T.L. **Análise gravimétrica de resíduos sólidos: um estudo de caso em uma escola municipal da cidade de caruaru** xxxviii encontro nacional de engenharia de produção “a engenharia de produção e suas contribuições para o desenvolvimento do brasil” Maceió, alagoas, brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

BELTRÃO. A. L. S. S, FERREIRA.F.F.D. **A municipalização do licenciamento ambiental no estado do Pará como forma de gestão ambiental moderna: um estudo de caso nos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba na região metropolitana de Belém-Pa**. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas**. Brasília: IPEA, 2012.

BRASIL. Lei N. 12.305/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília: 2010.

BRAYAN, J. de L. M.. **Plano de reaproveitamento dos resíduos verdes por compostagem** – ufrn campus central Natal Junho de 2018

CAJAIBA, R.L.; CORREIO, W.B.S.**Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de escolas públicas da zona urbana e rural do município de Uruará, PA**. **Saúde e Biologia**, v. 11, n. 2, p. 1-6 (2016).

CEMPRE – **Compromisso empresarial para reciclagem** (cempre). review 2019. São Paulo,2019.

CEMPRE – **Compromisso Empresarial para Reciclagem**. São Paulo,. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos.2015>

COMISSÃO EUROPEIA. (2015) **Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU Final Report**. Bruxelas: Comissão Europeia. 161 p.

Companhia municipal de limpeza urbana.Prefeitura do rio de janeiro. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos dos municípios de barra do pirai, vassouras, valença e rio das flores**. Novembro de 2021.

Compostagem Doméstica, **Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos Manual de Orientação Brasília, DF 2017**

DAMERI, R.P.; ROSENTHAL-SABROUX, C. Smart City. Nova York: Springer. 239 p. 2014.

DE ABREU.J.M, OLIVEIRA.S.M.T. **Fechando o ciclo dos resíduos orgânicos: compostagem inserida na vida urbana**. Ciência e Cultura *Online version* ISSN 2317-6660Cienc. Cult. vol.68 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2016

DE MENEZES, V. R., 1996 **Educação ambiental: sua importância e desafios frente aos problemas ambientais contemporâneos/ Venícius Rabelo de Menezes** . - Lagarto. 55 f.: il. , 2021

DE MORAES.R. A, MEIRELES.F.J. **análise da composição gravimétrica dos resíduos comercializados pela associação dos recicladores ambientais mundonovense**. XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Vitória/ES – 23 a 26/11/2020

DE OLIVEIRA, L. T.. **Compostagem doméstica, uma solução para os resíduos sólidos urbanos**.2019

De Paiva, G. I.. **Análise Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Gerados na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)- Gado de Leite em 2018 / Izabella De Paiva Goretti- 43 folhas - 2019**.

DE PAULA, J. R., 1965-**Mineralização de resíduos orgânicos no solo em condição de campo** / José Roberto de Paula. – Viçosa, MG,. xix, 90f. : il. ; 29cm. 2012

EUROPEAN COMPOST NETWORK (ECN). **Re-Thinking the Circular Economy Package Europa: ECN**. (2015)

EXAME. **Produção de lixo no país cresce 29% em 11 anos 2022**.

FADE/UFPE - Análises das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, EUA, Europa e Japão. Pesquisa Científica, 2010.

FEAM – fundação estadual do meio ambiente. Estudo gravimétrico de resíduos sólidos urbanos: feam, 28 p. 2019.

FLECK. E, REICHER. A. G. caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de porto alegre – 2014/2015

FUSINATO, L. I.. Caracterização do composto orgânico gerado NA compostagem de resíduos da malacocultura. FlorianópolisJulho/2021

GONÇALVES, I. A. Metodologia para gestão de resíduos orgânicos de restaurantes self-service pautada na produção mais limpa e uso de indicadores. 2021. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

GRS-UFPE. (2014). Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. 188

GUIMARÃES, Gabriel dos Anjos. Composição Gravimétrica e Valorização Econômica dos Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de caso na região central de Itacoatiara/AM. 78p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária), Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Amazonas, 2019.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro: Ipea , 1990- ISSN 1415-4765 1.Brasil. 2.Aspectos Econômicos. 3.Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. CDD 330.908 2017

Instituto Estadual do Ambiente (RJ). Estudo da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos urbanos : conhecendo a composição dos resíduos para aplicação na gestão municipal / Instituto Estadual do Ambiente (RJ). – Rio de Janeiro, 2021.

Israel.C.C.F, CARDOSO.C.J. O problema do lixo e algumas perspectivas para redução de impactos.2017

LEITÃO, A Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting, v. 1, n. 2, p. 150-171. 2015.

LEONEL.M.A.E, MARTINS.S.E, DA SILVA.M.A, DA SILVA.S.H, AMARAL.K.W. Compostagem: Experimentação Problematicadora e Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química. Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR. Vol. 37, Nº 1, p. 71-81, Fevereiro 2015.

LIMA, Santiago Andressa. A (in)eficácia e (in)aplicabilidade da política nacional dos resíduos sólidos na cidade de serrinha no estado da Bahia. Salvador 2021

LIU, X. et al. **Pilot-scale anaerobic co-digestion of municipal biomass waste and waste activated sludge in China: Effect of organic loading rate.** Waste Management, v. 32 n. 11, p. 2056-2060, 2012.

LOPES.A.C.R.L.M,OLIVEIRA.S.M.T.**compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de são paulo (brasil)** ambiente & Sociedade n São Paulo v. XVIII, n. 4 n p. 243-264 n out.-dez. 2015

MADERS, G.R.; CUNHA, H.F.A. (2015) **Análise da gestão e gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde (RSS) do Hospital de Emergência de Macapá, Amapá, Brasil.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, n. 3, p. 379-388.

MEDEIROS.A.N,SILVA.M.E,ANDRADE.S.G.L.,ALBUQUERQUE.G.W.**Estimativa da geração e composição gravimétrica dos resíduos sólidos da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável V.13, Nº 1, p. 66-73, 2018

MELO, S. L.; ZANTA, V. M. **Análise do uso de compostagem doméstica em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de são domingos – BAHIA.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, p. 169 - 180, ISSN 2317-563X dez. 2016.

MENDES, J. R., **Gestão de resíduos sólidos da construção civil (RCC) no município de Hortolândia.** / José Ricardo Mendes. – Americana, 78f.2019.

MENDES.M.A.C,DE LIMA.S.L.C. KOHL.A.C, GOMES.P.L, SCHIAVO.M.A.L, REMPEL.N. **Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem.** Eng Sanit Ambient | v.20 n.3 | | 449-462 jul/set 2015.

Menezes, R.O., Castro, S.R., Silva, J.B.G., Teixeira, G.P., Silva, M.A.M., **Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.** Engenharia Sanitária Ambiental [online] 24. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais Brasília,** fevereiro de 2012

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação.** Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio, Brasília-DF. 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ. **Unidades de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos Apostila para a gestão de municipal de resíduos sólidos urbanos.** CURITIBA Outubro 2012

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem.** 2019.

MONTEIRO, B. L. S. **Análise gravimétrica dos resíduos domiciliares de unidades habitacionais de pequeno porte na cidade de natal – RN.**2019

MONTEIRO, J.H.P. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, IBAM, 2001

MORAIS.A.J.B, SOUSA.T.J, HENRIQUE.N.I, LEITE.D.V, LOPES.S.W. **Bioesta biolização anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos: aspectos quantitativos.** TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 90-96, jul./dez. 2014

OENNING, A.S.; CARDOSO, M.A.; DAL-PONT, C.B.; LIMA, B.B.; VALVASSORI, M.L. **Estudo de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Criciúma.** *Revista Iniciação Científica*, v. 10, n. 1, p. 5-18. (2012).

OLIVEIRA.B.S,OLIVEIRA.M.S,VILELA.M.C.S,CASTRO.T.A.A. **a importância da educação ambiental na escola e a reciclagem do lixo orgânico** revista científica eletrônica de ciências sociais aplicadas da eduval publicação científica da faculdade de ciências sociais aplicadas do vale de são lourenço - jaciara/mt ano v, número 07, novembro de 2012.

OLIVEIRA.R.A.C, PERTUSSATTI.A.C, PEREIRA.D.C, CARVALHO.C.E, REICHER.A.G, MOREIRA.C.H, PROENÇA.C.L, DORNFELD.C.F.L, MOREIRA.C.M, BERTAZ.V.O.M, SILVA.M, PADOVANI.W.P, DE FREITAS.P.T. **Caderno temático 4 Valorização de Resíduos Orgânicos.**2022

PEIXOTO .A. A, FERNANDES.G.L. **Utilização da Técnica de Compostagem: uma proposta para destinação final dos resíduos orgânicos gerados em um restaurante universitário.**2016

PEIXOTO, R. T. G. et al. Compostagem. In: BATISTA, M. A.; PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A. (Org.). **Solos para Todos: Perguntas e Respostas.** Rio de Janeiro: Embrapa, 2014. p. 1-89.

PEREIRA, B. S. **Sistemas Experimentais De Compostagem De Resíduos Orgânicos: Estudos De Caso**, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Faculdade de Engenharia de Bauru. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Bauru-SP. 2016.

Política nacional de resíduos sólidos: **implementação e monitoramento de resíduos urbanos / Organizadores:** Gina Rizpah Besen; Luciana Freitas; Pedro Roberto Jacobi. -- São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017.

QUEVEDO, R. T. **Análise Gravimétrica.**2016

REZENDE, J.H.; CARBONI, M.; MURGEL, M.A.T.; CAPPS, A.L.A.P.; TEIXEIRA, H.L.; SIMÕES, G.T.C.; RUSSI, R.R.; LOURENÇO, B.L.R.; OLIVEIRA, C.A. **Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP).** *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 1-8. (2013)

ROSA, L. O. da; et al. **Valorização dos Resíduos Orgânicos do setor de hortifrutigranjeiro pelo processo de Compostagem Doméstica**. SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade. v. 13, n. 2, Rio de Janeiro, 2019.

SCHEFFER E.O. (2018) **Diagnóstico do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos nas instituições de ensino superior**: um estudo de caso na Universidade do Estado de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental). Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis. 2018.

SEIR. **Secretaria de Estado de Integração Regional**. <Disponível em [hppt://www.seir.pa.gov.br](http://www.seir.pa.gov.br). >Acesso em 13.11.2022;

SIQUEIRA, H.E.; SOUZA, A.D.; BARRETO, A.C.; ABDALA, V.L. (2016) **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Nova Ponte (MG)**. Revista DAE, v. 64, p. 39-52. <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2014>.

SOUSA, N. A. **Proposta de criação de um centro de compostagem no campus pau dos ferros da ufersa** / Natanael Andrade Sousa. 725p 95 f. : il.- 2022.

SOUZA.A.C.E, DOS SANTOS.N.J.**Estudo da composição gravimétrica dos resíduos sólidos de uma escola pública do município de Santarém-pa**. UFSMRev.Monogr.Ambient.SantaMaria,v.19,e19,2020DOI:10.5902/2236130845256ISSN 2236-1308. 2020

TEIXEIRA.P. G;GONÇALVES.S.B.J,MIGUEL.S.A.M,MENEZES.O.R,CASTRO.R.S. **Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais**. Eng Sanit Ambient | v.24 n.2 || 271-282 mar/abr 2019

THANH, N.P.; MATSUI, Y.; FUJIWARA, T. (2010) Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. Journal of Enviromental Management, v. 91, n. 11, p. 2307- 2321. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010>.

VIANA.V. D, TAGLIAFERRO.R.E. **Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos de um Aterro Sanitário Municipal no Interior do Estado de São Paulo**.2019