



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS
ÁGUAS

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E POTENCIAL ECONÔMICO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARES DO MUNICÍPIO DE BELTERRA - PA

RAIANE RODRIGUES GALVAO

SANTARÉM - PA

2023

RAIANE RODRIGUES GALVAO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E POTENCIAL ECONÔMICO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARES DO MUNICÍPIO DE BELTERRA - PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Oeste do Pará como requisito
básico para a conclusão do Curso Bacharelado
Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas.

Orientadora: Dra. Amanda Estefânia de Melo Ferreira

SANTARÉM - PA

2023

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

- G182c Galvão, Raiane Rodrigues
Caracterização física e potencial econômico dos resíduos sólidos domiciliares do município de Belterra - PA./ Raiane Rodrigues Galvão. – Santarém, 2023.
53 p. : il.
Inclui bibliografias.
- Orientadora: Amanda Estefânia de Melo Ferreira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Tecnologia e Ciências das Águas, Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas.
1. Resíduos sólidos domiciliares. 2. Gravimetria. 3. Potencial econômico. I. Ferreira, Amanda Estefânia de Melo, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 363.72098115

RAIANE RODRIGUES GALVAO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E POTENCIAL ECONÔMICO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARES DO MUNICÍPIO DE BELTERRA - PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Oeste do Pará como requisito
básico para a conclusão do Curso Bacharelado
Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas.

Orientadora: Dra. Amanda Estefânia de Melo Ferreira

Conceito: 9,3. Aprovada.

Data da aprovação: 26/01/2023.



Documento assinado digitalmente
AMANDA ESTEFANIA DE MELO FERREIRA
Data: 03/02/2023 18:19:31-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dra. Amanda Estefânia de Melo Ferreira – Orientadora
Universidade Federal do Oeste do Pará

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente
JOSE CLAUDIO FERREIRA DOS REIS JUNIOR
Data: 02/02/2023 11:49:33-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Msc. José Claudio Ferreira dos Reis Júnior - Titular
Universidade Federal do Oeste do Pará

Dr. Rafael Caldeira Magalhães - Titular
Universidade Federal do Oeste do Pará

Aos meus pais Carlos e Raimunda, meus irmãos e sobrinhos. A todas as pessoas que acreditam no meu potencial e torcem pelo meu sucesso. Eu dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiro, agradeço a Deus que sempre esteve comigo e nunca me deixou desistir, por mais que a caminhada seja difícil.

Aos meus pais, Raimunda Helena Vasconcelos Rodrigues e Carlos Selle Galvão, e meus irmãos Renato, Romário, Rivaldo e Ronaldo que me apoiam em tudo e mesmo com as dificuldades não medem esforços para eu realizar meus sonhos. E aos meus sobrinhos Nikolas Galvão e José Wille, a minha irmã Caiane que são fonte de combustível e motivação.

Agradeço a minha tia Aderlandia, que foi uma das responsáveis em me ajudar a sair da minha cidade de origem em busca das oportunidades de estudo.

A minha orientadora Amanda Estefânia e ao Grupo de Estudos e Atividades Socioambientais (GEASA) por todo apoio e aprendizado.

As minhas colegas, Keila e Luciana, por todo os perrengues e surtos coletivos, à Acsa Costa e Ruth Barros por atender meus pedidos de socorro e por todo apoio emocional na reta final do meu trabalho, a todos os meus amigos que se fazem presente na minha caminhada e me motivam com suas palavras.

A minha gatinha Mary por ser sempre meu apoio emocional e proporcionar momentos de descontração.

Por fim, agradeço a prefeitura de Belterra por subsidiar a pesquisa e a Eureka Engenharia juntamente com o engenheiro Ydennek Castro por proporcionar apoio técnico para a pesquisa, ao engenheiro de Óbidos Railon Marinho, aos voluntários Igor Silva e Tamires Sales pelo trabalho de campo realizado.

RESUMO

Os resíduos sólidos quando descartados incorretamente trazem impactos negativos tanto para o meio ambiente como também para a saúde da população, com isso, são discutidas medidas de gerenciamento para mitigar a problemática, através de estudos capazes de trazer dados relevantes para definição de estratégias para a gestão integrada. A pesquisa tem como objetivo realizar a caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares: quanto à composição gravimétrica e peso específico, bem como avaliar o potencial de reciclabilidade dos resíduos destinados ao lixão no município de Belterra – PA. Trata-se de uma pesquisa do tipo exploratória, onde houve investigação em campo, utilizando a técnica de quarteramento como amostragem de resíduos sólidos para realização da gravimetria e para o cálculo de peso específico, foi empregada uma fórmula onde é subtraído o peso do resíduo pelo peso do recipiente, (Tambor) obtendo o peso líquido, sendo este dividido pelo volume do recipiente (m^3), com isso tem-se o peso específico dos resíduos, para gravimetria. Os valores utilizados foram a média aritmética do peso de cada material dividido pelo peso médio total semanal. Para estimativa de potencial econômico dos resíduos passíveis de reciclagem, foi utilizada a metodologia usando dados da gravimetria multiplicando pelo valor médio pago por tonelada de cada resíduo, embasado no Anuário da reciclagem ano 2021 (Instituto Pragma e Associação Nacional dos Catadores - ANCAT). Os resultados da pesquisa apontam que a composição gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares de Belterra - PA concentra 38% de matéria orgânica, 23,5% de plástico, 6,7% de papel, 3,1% de vidro e 1,4% de metal, o peso específico dos resíduos sólidos domiciliares de Belterra foi igual a $491,31 \text{ kg/m}^3$, considerado alto quando comparado com outros lugares e com a média nacional. Os resultados de estimativa de potencial econômico foram cerca de R\$ 56.043,20 mensalmente e o valor anual de R\$ 672.518,40, considerando apenas quatro materiais (papel, plástico, vidro e metal) recicláveis e venda por associações e cooperativas. Conclui-se, os resíduos sólidos recicláveis que são destinados ao lixão possuem potencial de reciclagem, gerando renda e fortalecendo a economia local.

Palavras-chave: Resíduos sólidos domiciliares. Gravimetria. Potencial econômico.

ABSTRACT

Solid waste, when disposed of incorrectly, has negative impacts both on the environment and on the health of the population, therefore, management measures are discussed to mitigate the problem, through studies capable of bringing relevant data to define strategies for management. integrated. The research aims to carry out the physical characterization of household solid waste: in terms of gravimetric composition and specific weight, as well as to evaluate the potential for recyclability of waste destined for landfills in the city of Belterra - PA. This is an exploratory research, where there was field investigation, using the quartering technique as a sampling of solid waste to carry out gravimetry and to calculate the specific weight, a formula was used in which the weight of the residue is subtracted from the weight of the container, (Drum) obtaining the net weight, which is divided by the volume of the container (m^3), thus obtaining the specific weight of the waste, for gravimetry. The values used were the arithmetic mean weight of each material divided by the total weekly average weight. To estimate the economic potential of waste that can be recycled, a methodology was used using gravimetry data, multiplying by the average amount paid per ton of each waste, based on the 2021 Yearbook of Recycling (Instituto Pragma and Associação Nacional dos Catadores - ANCAT). The research results indicate that the gravimetric composition of household solid waste from Belterra - PA concentrates 38% of organic matter, 23.5% of plastic. 6.7% paper, 3.1% glass and 1.4% metal, the specific weight of household solid waste in Belterra was equal to 491.31 kg/m^3 , considered high when compared to other places and the national average. The results of estimating the economic potential were approximately BRL 56,043.20 monthly and the annual value of BRL 672,518.40, considering only four materials (paper, plastic, glass and metal) that are recyclable and sold by associations and cooperatives. In conclusion, the recyclable solid waste that is sent to the landfill has recycling potential, generating income and strengthening the local economy.

Keywords: Household Solid Waste. Gravimetry. Economic potential.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 01 - Definição dos principais Resíduos Sólidos Domiciliar.....	18
Quadro 02 - Recursos físicos e materiais para realização da amostragem de resíduos sólidos domiciliares do município de Belterra.....	32
Tabela 01 - Valores médio dos resíduos sólidos recicláveis em R\$/toneladas.....	34
Tabela 02- Peso líquido e peso específico dos resíduos sólidos domiciliares amostrados em Belterra – PA.....	35
Quadro 03 - Comparativo de peso específico em outras pesquisas.....	36
Tabela 03 - Média da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (em kg).....	36
Quadro 04 - Comparativo de outras pesquisas para resultados em matéria orgânica.....	38
Tabela 04 - Estimativa de ganho econômico em quatro materiais (papel, plástico, metal e vidro).....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização espacial do município de Belterra - PA.....	26
Figura 02 - Resíduos descarregados na lona, local previamente preparado para realização do estudo no lixão de Belterra – PA.....	27
Figura 03 – Na imagem, a realização do processo de quarteamento, na etapa dos sacos plásticos já rompidos e resíduos homogeneizados.....	28
Figura 04 – Processo de quarteamento de resíduos sólidos, na imagem, pode-se verificar o aproveitamento dos dois quartis de resíduos diametralmente opostos entre si para compor uma amostra homogênea.....	28
Figura 05 – Na imagem tem-se o montante final de resíduos sólidos a serem analisados.....	29
Figura 06 – Processo de pesagem de resíduos, utilizando balança manual.....	29
Figura 07: Ilustração do processo metodológico utilizado no estudo.....	30
Figura 08 – Equipe de campo em coleta dos dados primários.....	32
Figura 09: Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de Belterra.....	37

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANCAT	Associação Nacional dos Catadores
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RS	Resíduos Sólidos
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbano
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Justificativa.....	15
1.2 Questões norteadoras.....	16
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos.....	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1 Resíduos sólidos, classificações e caracterizações.....	17
3.2 Caracterização física de Resíduos Sólidos.....	19
3.3 Fatores que influenciam na geração de Resíduos Sólidos.....	20
3.4 Resíduos Sólidos Recicláveis.....	21
3.5 Resíduos Sólidos no Brasil, Política Nacional de Resíduos Sólidos e outras leis Federais.....	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1 Localização da Área de Estudo.....	26
4.2. Delineamento da Pesquisa.....	26
4.2.1 Descrição do gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares.....	27
4.2.2. Quarteamento e amostragem de resíduos sólidos em campo.....	27
4.3 Coletas de Campo.....	31
4.3.1 Cronograma das coletas.....	31
4.3.2. Recursos humanos.....	31
4.3.3 Recursos físicos e materiais.....	32
4.4 Análise dos Resultados.....	33
4.4.1 Determinação do peso específico e composição gravimétrica dos resíduos.....	33
4.4.2 Estimativa do potencial econômico dos resíduos sólidos recicláveis que são destinados ao lixão de Belterra.....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34

5.1 Descrição das atividades de coleta de resíduos sólidos Domiciliares em Belterra.....	34
5.2 Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares de Belterra.....	35
5.2.1 Peso específico.....	35
5.2.2 Composição gravimétrica.....	36
5.3 Potencial econômico dos resíduos sólidos recicláveis destinados ao lixão de Belterra.....	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXOS.....	49

1. INTRODUÇÃO

O aumento significativo na geração de Resíduos Sólidos (RS), dado em função do crescimento populacional e padrões de consumo do mundo capitalista traz problemas socioambientais quando não gerenciado adequadamente, tais como, contaminação da água, solo e ar, proliferação de vetores, problemas sanitários, problemas na ordem do saneamento básico e incidência de doenças (PEREIRA-NETO, 2007; JOHANSEN e CARMO, 2012; GOUVEIA, 2020; ALMEIDA; SILVEIRA; ENGEL, 2020). O gerenciamento destes, ainda é um desafio, por isso, tornou-se ambientalmente, socialmente e economicamente obrigatório nas esferas governamentais e à população (LUIZARI, 2019).

Em vista disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010 (revogado pelo decreto nº 10.936/2022), enfatiza que são necessários um conjunto de princípios, objetivos, diretrizes, instrumentos, metas e ações para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos nos níveis municipal, estadual, e regional e estabelece metas para a erradicação de lixões (BRASIL, 2010), o prazo para encerramento dos lixões e implantação de aterros sanitários era de 2014, mas foram sendo prorrogados.

No ano de 2020, foi aprovado a Lei nº 14.026, atualizando o marco legal do saneamento básico, onde foi estabelecido novos prazos, sendo definidos de acordo com o número de habitantes de cada município, ampliando também as possibilidades de destinação final ambientalmente adequada em municípios com população inferior cinquenta mil habitantes, em situações onde a construção de aterros for economicamente inviável, devendo observar “normas técnicas e operacionais estabelecidas pelo órgão competente, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais” (BRASIL, 2020).

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no ano de 2022 alcançou um total aproximadamente de 224 mil toneladas por dia, chegando a 81,8 milhões de toneladas total anual (ABRELPE, 2022), evidenciando o valor expressivo de resíduos gerados no Brasil. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), enfatiza que, quase 39% dos municípios brasileiros ainda destinam seus resíduos sólidos para lixões ou aterros controlados, por isso, conhecer as características de geração dos RSU é o passo primordial para elaboração de programas de gestão (ABRELPE, 2022).

No estado do Pará a geração de resíduos foi de 2.643.695 toneladas por ano em 2019 (FERREIRA *et al.*, 2020). Em 2020, a taxa média de cobertura de coleta de RSU foi de 77, 78

% (SNIS, 2020), onde 94,4% dos municípios destinam seus resíduos a lixões ou aterros controlados, somente 8 municípios paraense, dos 144 possuem aterros sanitários, sendo eles: Altamira, Ananindeua, Belém, Canaã dos Carajás, Marabá, Marituba, Parauapebas e Vitória do Xingu (FERREIRA *et al.*, 2020).

A composição gravimétrica é fundamental para indicar o tipo e quantidade que cada resíduo ocupa em peso e volume, proporcionando assim mecanismos para tomada de decisão nas escolhas de possibilidades de tratamento e alternativas para reciclagem, bem como o gerenciamento resíduos urbanos nos municípios, além de contribuir para o monitoramento ambiental, no que tange o entendimento do processo de degradação da massa de resíduos sólidos aterrados e na estimativa da vida útil da área utilizada para disposição de resíduos sólidos domiciliares (MELO *et al.*, 2000; PEREIRA *et al.*, 2010). Além disso, a gravimetria de resíduos, proporciona uma avaliação sobre o potencial de aproveitamento de materiais recicláveis e produção de compostos através da matéria orgânica (MENEZES *et al.*, 2019), contribuindo na definição de metas e ações para gestão e gerenciamento dos RS.

Partindo desse conhecimento, esse trabalho objetivou realizar um diagnóstico da caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares no município de Belterra - PA, por meio da caracterização gravimétrica e peso específico, buscando identificar cada tipo de resíduo produzido por este município, na perspectiva de gerar dados do percentual de resíduos que podem ser reintroduzidos através da reciclagem, permitindo planejar o gerenciamento adequado, dimensionamento de aterro sanitário, elaboração de planos de saneamento básico e de resíduos sólidos municipais, bem como estimar o potencial econômico dos resíduos recicláveis que são destinados ao lixão de Belterra - PA.

1.1 Justificativa

Ter conhecimento da característica física dos resíduos sólidos permite condições de aproveitamento, reduzindo gastos com coleta, transporte e disposição final, e proporcionando a geração de emprego e renda, com a venda dos materiais recicláveis (FIEL *et al.*, 2021). A gravimetria e o peso específico são instrumentos de metodologia, capazes de trazer resultados reais para solucionar problemas relacionados à gestão integrada dos resíduos sólidos (SPINOLA, 2021).

Nesse viés, a caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares proporcionará mecanismos para uma gestão de resíduos eficiente referente à coleta, transporte, tratamento e disposição final, além de evitar passivos ambientais que possam comprometer a qualidade do ar, do solo e das águas. Além disso, através da pesquisa será possível obter dados que serão

utilizados na definição de estratégias na gestão integrada dos resíduos sólidos do município, e servirão como bases de dados para outros municípios que aplicarem essa mesma metodologia.

No município de Belterra - PA, esses resíduos ainda são destinados para um lixão, por isso, este trabalho se propõe a fazer um levantamento da geração dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) pela composição gravimétrica e peso específico como instrumento para subsidiar ações que fortaleçam os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, de erradicação dos lixões, implementação de sistemas de coleta seletiva e dimensionamento do aterro sanitário do município.

1.2 Questões norteadoras

- Qual a composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos domiciliares gerados no município de Belterra?
- Qual o potencial econômico de reciclagem dos resíduos dispostos no lixão de Belterra?

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

✓ Realizar a caracterização física de resíduos sólidos domiciliares: quanto a gravimetria e peso específico, bem como avaliar o potencial de reciclabilidade dos resíduos destinados ao lixão no município de Belterra - PA.

2.2 Específicos

✓ Determinar a composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos do município de Belterra - PA.

✓ Estimar o potencial econômico dos resíduos recicláveis que são destinados ao lixão de Belterra – PA.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Resíduos sólidos, classificações e caracterizações

A definição de resíduos sólidos segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 10004/2004:

“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (NBR 10.0004, 2004).

A Política Nacional de Resíduos Sólido, Lei nº 12.305/2010, define como:

“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 sólido ou semissólido, 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” (BRASIL, 2010).

De acordo ainda com a ABNT-NBR 2004/2004, os resíduos sólidos podem ser classificados como resíduos de Classe I e II, sendo os resíduos de Classe I, os resíduos perigosos, são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. São aqueles que apresentam periculosidade. Já os resíduos Classe II, podem ser classificados em resíduos de Classe II A – Não Inertes, que são aqueles que não se enquadram nas classificações não são perigosos, e possuem propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e Classe II B - Inertes, que são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (ABNT NBR 10006, sob amostragem pela ABNT NBR 10007), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo, sendo muitos destes resíduos recicláveis.

Dentro da classificação de resíduos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua origem, podendo ser: resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção

civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes, e resíduos de mineração (BRASIL, 2020).

Outra classificação possível, é a gravimétrica, que de acordo Gomes (2019), é a caracterização física dos resíduos que estabelece a porcentagem de cada componente, sendo amplamente utilizada para a separação das categorias de resíduos sólidos domiciliares, por exemplo, matéria orgânica, plástico, papel, metal entre outros, conforme apresentado no quadro 01.

Quadro 01 - Definição dos principais Resíduos Sólidos Domiciliar

Tipo de resíduos	Principais componentes
Matéria orgânica	Contempla sobras e perdas de alimentos, resíduos verdes e madeiras.
Plástico	Inclui grandes grupos, dentre eles o Politereftalato de etileno - PET; Polietileno de alta densidade - PEAD; Polipropileno - PP.
Papel	Inclui papéis finos (sem madeira), papéis de uso gráfico (com madeira), papel jornal, papelão e papéis de embalagem.
Metal	Estamparia, alumínio, latas, cavaco, chaparia, aço e ferro.
Vidro	Embalagens de vidro pós consumo (cosméticos, bebidas, embalagens em geral).
Têxteis	Couros e borrachas: Inclui retalhos no geral, peças de roupas, calçados, mochila, tênis, pedaços de couro e borracha.
Embalagens multicamadas (Tetra Pak)	Consistem em embalagens compostas por mais de um tipo de material.
Rejeitos	Incluem resíduos sanitários, outros materiais que não foram passíveis de identificação, bem como recicláveis contaminados que não permitiram a separação.
Outros	Contempla os resíduos identificados e que não deveriam estar no fluxo de RSU como RSS, eletroeletrônicos, pilhas e baterias, resíduos perigosos, RCD, pneus, óleos e graxas, embalagens de agrotóxico e outros resíduos perigosos.

Fonte: Autora (2022) adaptado de BARROS (2012) e ABRELPE (2020).

Os resíduos podem ser caracterizados de diferentes formas, por exemplo, quanto à característica química, física e biológica (BARROS, 2012). Dentre as características químicas inclui-se poder calorífico, concentração de metais pesados, relação carbono/ hidrogênio entre

outros (PEREIRA-NETO, 2007). Já as características físicas, inclui a geração *per capita*, peso específico, teor de umidade, compressibilidade e composição gravimétrica, e as características biológicas estão relacionadas com a população microbiana que está nos resíduos (BARROS, 2012).

Tais características são importantes para determinar os melhores indicadores no gerenciamento e gestão dos Resíduos Sólidos. A caracterização física é a mais utilizada em pesquisas técnico-científicas envolvendo os resíduos sólidos domiciliares, pois com esse parâmetro é possível identificar e mensurar as tipologias existentes e potencial econômico.

3.2 Caracterização física de Resíduos Sólidos

A caracterização física de resíduos sólidos pode ser dada em função do grau de desenvolvimento industrial que se encontra determinada comunidade ou região, pois as questões socioeconômicas e culturais influenciam as condições do meio, dentre estas características inclui a geração *per capita*, sendo a somatória de todos os resíduos, dividido pelo número total de habitantes, o resultado mostra a quantidade de resíduos gerados por cada pessoa, especificado pela unidade kg/hab/dia (BARROS, 2012). Outra variável é o teor de umidade, referindo-se à quantidade de água que está presente nos resíduos, o que pode elevar o peso. A compressibilidade é a quantificação da massa que pode ser comprimida para diminuir o volume, e facilitar no transporte para a sua destinação final (PINHEIRO *et al.*, 2018).

O peso específico é representado pelo peso dos resíduos sólidos em relação ao volume por eles ocupado em condições normais, sem redução (BARROS, 2012), varia inversamente com o padrão de vida da população, quanto mais a cidade é desenvolvida, menor o peso específico. Pode sofrer variações de acordo com a etapa, por exemplo, desde quando é gerado até a destinação final, tendo relação direta com a composição gravimétrica, pois cada tipo de resíduos tem propriedades e características diferentes, uns mais leves (papel, papelão, plásticos), enquanto outros podem ter peso mais elevado, dependendo da quantidade (matéria orgânica), e varia com o tempo (SPINOLA, 2021).

Outra característica física muito importante e adotada em várias pesquisas e anuários (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Frésca (2007), Menezes *et al.*, 2019, Rezende *et al.*, 2013) é a composição gravimétrica, que é representada pela porcentagem de cada tipo de resíduo em relação ao peso total de resíduos sólidos (BARROS, 2012). O estudo gravimétrico é uma ferramenta que contribui na base de fundamentos para tomadas de decisões pelos

gestores, quando se trata de gestão dos resíduos, permitindo que o gestor encontre soluções viáveis e adequadas para o tratamento e destinação adequada dos resíduos, como sistema de logística reversa, reciclagem, compostagem, entre outras iniciativas (SPINOLA, 2021).

“A composição e a quantidade dos resíduos podem variar de uma localidade para outra em função de alguns fatores como, tipo de atividade produtiva local, nível socioeconômico, sazonalidade de ocupação, existência de coleta seletiva e de ações governamentais de conscientização a redução da geração de resíduos e hábitos nutricionais” (SARMENTO *et al.*, 2020). Esses fatores também podem influenciar em outras características físicas dos resíduos sólidos, por exemplo, peso específico.

Neste sentido, obter a composição gravimétrica é importante em termos de avaliação da possibilidade de aproveitamento dos materiais recicláveis e matéria orgânica de um local (MENEZES *et al.*, 2019). Os materiais destinados a lixão, muitas vezes são recicláveis com potencial econômico, mas que estão sendo desperdiçados por não haver uma alternativa ambientalmente adequada. Uma alternativa seria a reciclagem, "um importante fator de inclusão social que impulsiona a economia dos municípios, gerando trabalho e renda para os catadores de materiais recicláveis" (SANTOS *et al.*, 2019).

3.3 Fatores que influenciam na geração de Resíduos Sólidos

O consumo de bens materiais, tais como, vestimentas, alimentos, produtos eletroeletrônicos, entre outros, traz consigo a geração de resíduos. Segundo Roth e Garcias (2008), essa geração tem influência intimamente com as características de hábitos de consumo da população local, padrões de cultura, bem como questões socioeconômicas. Para Pereira-Neto (2007), a composição dos resíduos sólidos gerados em determinado município é diferente dos demais, tendo em vista fatores como o “clima, variações sazonais, grau de educação, poder aquisitivo, hábitos e costumes”, também estando relacionado com as características da cidade, por exemplo, as festividades.

Fatores como número de habitantes de determinado município, área relativa de produção, variações sazonais, condições climáticas, hábitos e costumes da população, nível educacional, poder aquisitivo, tipo de equipamentos de coleta, segregação na origem, sistematização da origem, disciplina e controle dos pontos produtores, leis e regulamentações específicas, influenciam na geração de resíduos sólidos (LIMA, 2004). O autor ainda acrescenta que a economia também é um fator determinante, pois o comércio e fábricas

acompanham essas variações, com isso influenciam diretamente na geração de resíduos, por exemplo, com a desaceleração de produção e venda, menor será a geração de resíduos.

No município em estudo, um importante fator a se destacar é a questão do clima, de acordo com Araújo (2020), no período da vazante e seca do rio Tapajós, ocorre o “turismo de massa tipo praia sol”. As praias começam a aparecer, com isso há uma maior presença de turistas no município, vindo de outras cidades, estados e até mesmo internacionais. Em Belterra também ocorrem as festividades culturais locais, como a festividade do padroeiro Santos Antônio e feira agropecuária, diante disso, aumenta a quantidade populacional e consequentemente a geração de resíduos.

3.4 Resíduos Sólidos Recicláveis

Segundo a Lei nº 12.305 de 2010, a reciclagem pode ser entendida como “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos” (BRASIL, 2010).

Para resultados satisfatórios na reciclagem, é necessário programas de educação ambiental e coleta seletiva, e a implementação de um processo de segregação de resíduos sólidos na fonte geradora, evitando a contaminação de resíduos, bem como, aumentando seu potencial de reciclabilidade, buscando também facilitar o trabalho dos catadores, pois “o trabalho dos catadores, normalmente, é realizado sob condições precárias ou até mesmo degradantes para sua saúde física e psicológica” (SANTOS et al., 2019), reduzindo assim, a quantidade desses materiais a serem destinados para a disposição final

No mercado da reciclagem alguns materiais são mais reciclados do que outros, segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), em 2020 foi produzida cerca de 884 mil toneladas de plástico pós-consumo, sendo 23% reciclados, o vidro apresentou 25,8% em 2018, e 47,1% das latas de aço consumidas em 2019 no Brasil foram recicladas, em relação ao papel reciclado a porcentagem foi de 66,9 % em 2019, sendo o país que mais recicla no mundo “se considerarmos somente os papéis de embalagem, esse índice fica em torno de 85%”. Esses números evidenciam o alto potencial que o País possui para a indústria da reciclagem, no entanto, vale destacar que a implementação de um programa de coleta seletiva, com a separação de resíduos na fonte geradora, se faz essencial para viabilizar a recuperação destes (FREITAS, 2021).

No que tange à reciclagem de alumínio, o Brasil é recordista, no ano de 2021 foram reutilizadas cerca de 98,7%, ou seja, das 414 mil toneladas de todas as latas comercializadas,

409 mil toneladas foram recicladas (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2022). Este é o material reciclável mais conhecido pela população, e está diretamente ligado à rotina das pessoas, sendo comum ser coletado pelas crianças, principalmente pela necessidade, servindo de renda.

Apesar do grande potencial de reciclagem, no Brasil ainda há poucos municípios que possuem coleta seletiva, apenas 36,3% dos municípios adotam a prática (SNIS, 2020), diante disso, é necessária a formação, formalização e capacitação de associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis para atuarem nesta atividade. Os catadores atuam como protagonistas no gerenciamento de resíduos, sendo responsáveis por fazer a coleta nas ruas, lixões, entre outros, seja de forma individual informal ou em grupos formais, por meio de associações e cooperativas, contribuindo no retorno desses materiais às indústrias, resultando deste modo, no cuidado com o meio ambiente (ROSSI, 2021). Os atores sociais envolvidos como supramencionado, realizam a coleta seletiva, triagem, classificação, processamento e comercialização dos resíduos reutilizáveis e recicláveis, contribuindo de forma significativa para a cadeia produtiva da reciclagem” (MMA, 2018 *apud* SOUSA, 2020). No Brasil, estima-se que existam cerca de 800 mil catadores de materiais recicláveis (MNCR, 2021).

No ano de 2022 o Governo Federal lançou um projeto de compensação ambiental através do decreto Nº 11.044 que tem como um dos objetivos: Art. 3º, inciso IV - adotar medidas para a não geração e para a redução da geração de resíduos sólidos e do desperdício de materiais no ciclo de vida dos produtos. O decreto institui o programa Recicla + onde os “agentes de reciclagem poderão, entre outras ações, habilitar as notas fiscais geradas na comercialização de recicláveis junto a entidades gestoras, que emitem o crédito após verificação de lastro fiscal e material” (BRASIL, 2022), permitindo que empresas cumpram com as metas de logística reversa.

“Uma meta estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos é a implementação de sistemas de coleta seletiva, com o intuito de fazer a recuperação e a reciclagem de materiais” (BRASIL, 2010). A Política incentiva ainda a recuperação de energia dos resíduos, pois reduz os gases de efeito estufa, contribuindo para a qualidade do meio ambiente.

Os índices de reciclagem de resíduos sólidos variam de região para região, em função da sazonalidade de mercado, distribuição geográfica da indústria e existência de mercado, destacando-se a região sul e sudeste do Brasil com maior número de catadores dispersos e empresas de reciclagem, em contraste a região norte concentra os menores números (FRANÇA *et al*, 2022). A diferença na existência de organizações de catadores nas regiões

varia em decorrência, principalmente, do volume populacional, nível de urbanização, atividade econômica, existência de política pública, incentivo do estado e concentração da indústria da reciclagem (ANCAT, 2021), enfrentando também dificuldades em relação à logística.

A região norte tem um gargalo quanto ao andamento do funcionamento da cadeia de reciclagem dos resíduos, pois a logística de transporte e distribuição são ausentes, não há a comunicação com outras cidades já desenvolvidas quanto ao processo e mecanismos adequados para a destinação dos resíduos. A atenção quanto ao gerenciamento dos materiais recicláveis deve ser prioridade nos municípios, de modo que atenda aos objetivos estabelecidos na PNRS, como: Art. 7º, inciso VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.

Estudos como esse são importantes para o entendimento do mercado da reciclagem, como também apresentar dados reais do panorama dos resíduos sólidos recicláveis e suas taxas de reciclabilidade, bem como projeções de ganhos econômicos, deixando a mostra o quanto é importante programas de coleta seletiva para potencializar ainda mais a reciclagem.

3.5 Resíduos Sólidos no Brasil, Política Nacional de Resíduos Sólidos e outras leis Federais

A cultura do consumo, descarte em massa, a inovação tecnológica, ocorre a transformação dos recursos naturais existentes em bens que satisfaz as necessidades, gerando os resíduos sólidos, que em muitos casos são descartados incorretamente no meio ambiente, trazendo danos (PINHEIRO *et al.*, 2018). Com o aumento da geração de resíduos sólidos nas últimas décadas tem-se levantado debates acerca desse assunto, principalmente sobre a gestão e gerenciamento, com isso muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos como forma de entender a realidade e propor soluções viáveis para mitigar essa problemática. “Nesse sentido, o conhecimento da geração e da composição dos resíduos sólidos é de fundamental importância para o planejamento de todas as ações voltadas para todos os aspectos da gestão dos resíduos” (Barbosa & Gonçalves, 2018 apud FIEL *et al.*, 2021).

Segundo Pinheiro *et al* (2018)

“Como a gestão dos resíduos sólidos está no âmbito do poder executivo, cada município se responsabiliza pelo resíduo gerado por seus cidadãos, podendo, inclusive, aplicar políticas públicas de caráter social para o auxílio e implementação

de associações ou cooperativas de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, concedendo benefícios e isenções para suas atividades”.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em média 90,5% da população brasileira (urbano e rural) tem acesso à coleta de resíduos sólidos, e na região norte a cobertura é de 80,7%. Em relação a disposição final dos RS à estimativa é que 73,8 % dos municípios têm como disposição final os aterros sanitários, 11,6% em aterros controlados, e 14,6% em lixões a céu aberto, sem tratamento (SNIS, 2020).

No Brasil, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, regulamentada pela lei nº 12.305 de 2010, marco revolucionário no país, tratando de uma lei completa, que envolve entidades públicas, privadas e a população em geral pela responsabilidade compartilhada do ciclo de vida do produto, além de estabelecer que os estados, municípios e empresas na elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Tratando ainda de instrumentos importante para a efetivação de gestão integrada de resíduos, destacando a coleta seletiva, educação ambiental, inventários e ainda a logística reversa, sendo definida como “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

“A PNRS, reflete a determinação legal em que todos precisam conceber uma nova cultura com relação, não somente aos RSU, mas para com o meio ambiente, à preservação da natureza e dos recursos que ela dispõe ao homem. Busca estabelecer diretrizes para que as ações humanas em qualquer sentido sejam demarcadas pelos conceitos de sustentabilidade e contribuam para o desenvolvimento sustentável” (SOLIANE; KUMSCHLIES; SCHALCH, 2019).

Com os avanços sociais, tecnológicos, econômicos e culturais da sociedade como um todo, surge a necessidade de criação e aprovação de novas leis, neste caso, depois de tramitado na câmara dos deputados, em 2020 foi aprovado a Lei nº 14,026, trazendo algumas mudanças para o setor de saneamento, onde atribuiu à Agência Nacional das Águas a competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, como padrões de qualidade, regularização tarifária, universalização do saneamento, entre outras normatizações (BRASIL, 2020).

A Agência Nacional da água contribuirá para a articulação entre o Plano Nacional de Saneamento Básico, Resíduos Sólidos e Recursos Hídricos, os serviços públicos terão sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de cobranças dos serviços, incluso a “limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o regime de prestação do serviço ou das suas atividades” estabelecidos no inciso II, artº 29 (BRASIL, 2020), considerando a destinação adequada dos resíduos coletados.

O marco legal do saneamento trás algumas atualizações nos prazos para encerramento dos lixões no Brasil, para municípios que ainda não possuem plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos foram ampliados de acordo com a quantidade de habitantes do município (considerando o censo de 2010), por exemplo, municípios que possuem entre 50 mil a 100 mil o prazo é até 2 de agosto de 2023, e municípios com população inferior a 50 mil é até 2 de agosto de 2024 (BRASIL, 2020), Belterra-PA, se enquadra neste último prazo. A lei acrescenta ainda que, em municípios com população inferior a 50 mil habitantes em que a disposição final dos rejeitos em aterros sanitários for economicamente inviável podem ser adotadas outras alternativas.

O Projeto de Lei Nº 1.084, de 2021, está em processo de tramitação (Aguardando Designação de Relator na Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC)) para aprovação, que dispõe sobre tratamentos alternativos para destinação final dos resíduos, como compactação e encapsulamento, tratamento térmico ou incineração.

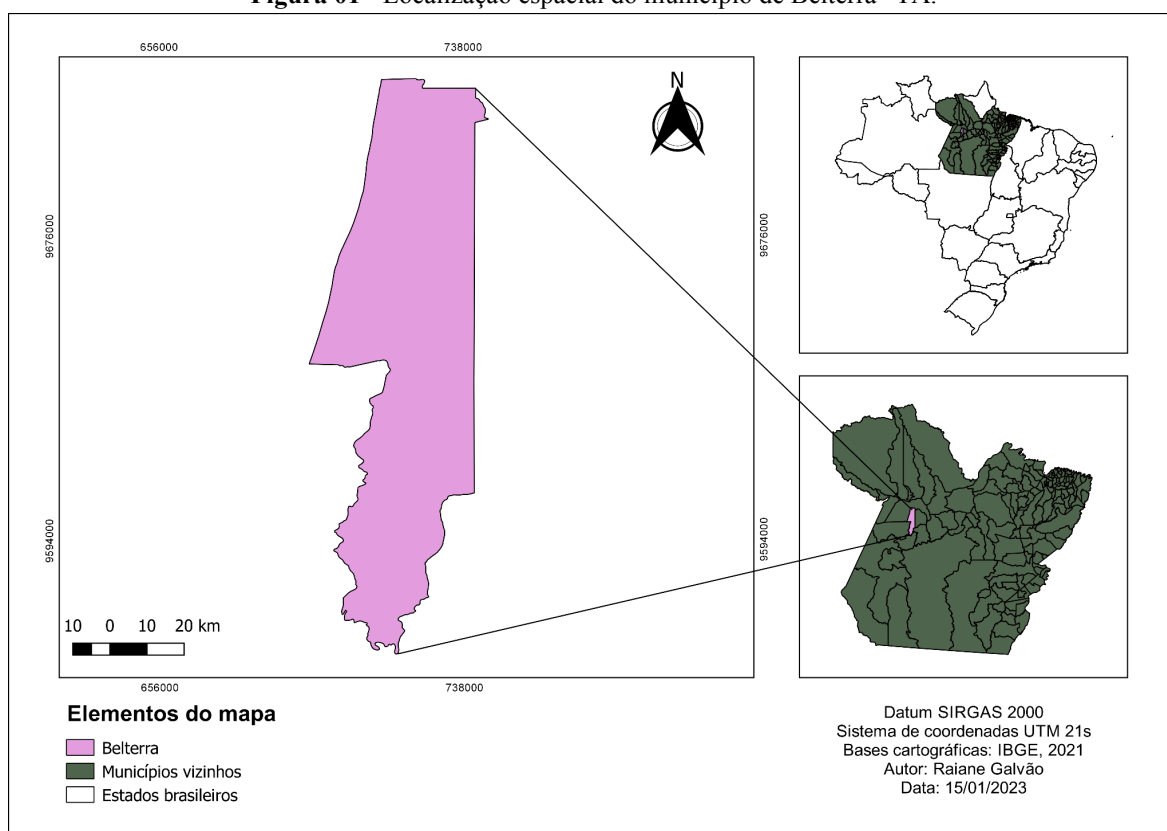
A compactação e encapsulamento é uma técnica que permite armazenar de modo seguro os resíduos sólidos e, posteriormente, dar-lhes destinação econômica. O tratamento térmico ou incineração permite utilizar os resíduos inertes na construção civil. Os tratamentos bioquímicos permitem a adoção de diversas técnicas para reutilização dos rejeitos em novas e inusitadas formas. A destinação final dos resíduos sólidos não precisa onerar os municípios, destacadamente os de menor população. A adoção de técnicas modernas e inovadores garantirá economia e proteção ambiental. Em qualquer caso, a adoção escolhida terá de ser licenciada pelos órgãos competentes, o que garantirá a segurança necessária ao modelo de descarte adotado (LOPES, 2021).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização da Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Belterra (figura 01), que está localizado no Oeste do Estado do Pará pertencente à mesorregião do baixo amazonas e microrregião de Santarém, foi criado através da Lei nº 5.928 de 28 de dezembro de 1995, tendo sido desmembrado do município de Santarém, população estimada em 17.944 pessoas (IBGE, 2021), distante cerca de 45 km do município de Santarém (SEMAT, 2017).

Figura 01 - Localização espacial do município de Belterra - PA.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.2. Delineamento da Pesquisa

Este trabalho é uma pesquisa exploratória que pretende descrever e analisar, através de investigação de campo, os fenômenos sociais aqui mencionados (LAKATOS, 2003).

Para tanto, o trabalho é fundamentado conforme a metodologia descrita na ABNT 10007/2004 e Barros (2012), que considera a etapa de diagnóstico dos resíduos sólidos como processos para a obtenção das amostras dos resíduos sólidos, feito através da composição gravimétrica que facilita a compreensão acerca da quantidade e da qualidade dos resíduos, além disso, permite a determinação justa de tarifas de coleta, necessidade de rotas de coleta

seletiva e o correto dimensionamento delas, bem como das rotas convencionais (IBAM, 2001).

4.2.1 Descrição do gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares

Para elaborar essa descrição, aplicou-se um questionário semi-estruturado de acordo com Lakatos (2003), para uma breve descrição sobre o serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares no município de Belterra, neste sentido, o responsável pelas informações foi o Engenheiro Ambiental que presta serviços para a cidade.

4.2.2. Quarteamento e amostragem de resíduos sólidos em campo

Para a determinação da composição gravimétrica, foi utilizada a técnica de quarteamento, processo pelo qual uma amostra bruta é homogeneizada (ABNT NBR 10.007, 2004). Neste método, do total descarregado, são retirados os resíduos volumosos e quantificados, posteriormente realizado uma divisão das 4 partes, das quais, se aproveitam dois quartis diametralmente opostos entre si, para formarem uma nova amostra (BARROS, 2012), o processo de quarteamento é repetido até que se tenha a quantidade desejada (ABNT NBR 10.007, 2004). Os passos da Figura 02, 03, 04, 05 e 06 ilustram os procedimentos básicos do quarteamento e como foram realizados.

Figura 02 - Resíduos descarregados na lona, local previamente preparado para realização do estudo no lixão de Belterra – PA.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Figura 03 – Na imagem, a realização do processo de quarteamento, na etapa dos sacos plásticos já rompidos e resíduos homogeneizados.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Figura 04 – Processo de quarteamento de resíduos sólidos, na imagem, pode-se verificar o aproveitamento dos dois quartis de resíduos diametralmente opostos entre si para compor uma amostra homogênea.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Figura 05 – Na imagem tem-se o montante final de resíduos sólidos a serem analisados.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Figura 06 – Processo de pesagem de resíduos, utilizando balança manual.

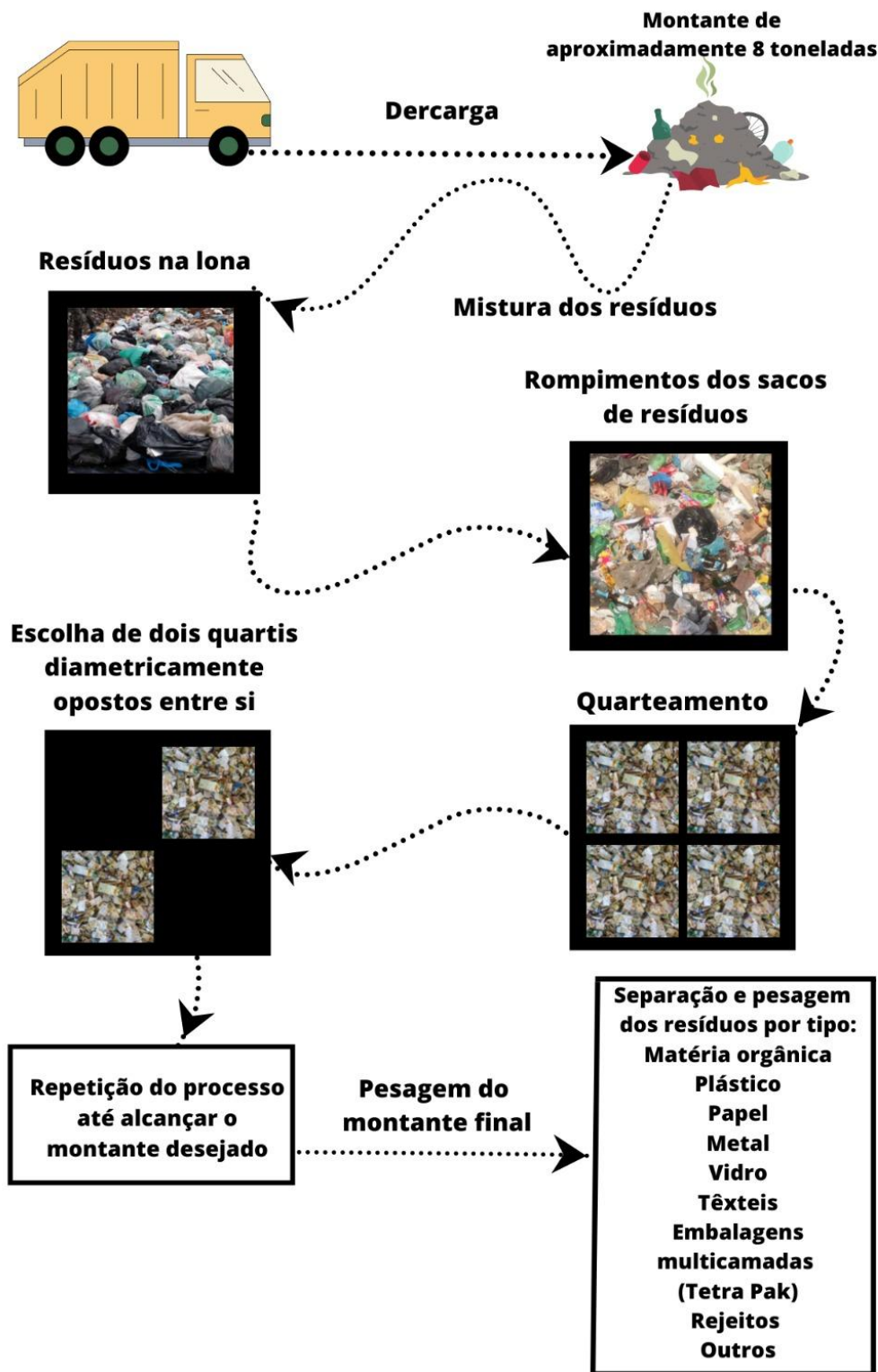


Fonte: Arquivo pessoal (2021).

No montante final das amostras (Figura 05), ficaram em média 122,83 kg de resíduos sólidos a serem analisados. Segundo Frésca (2007), a quantidade de resíduos sólidos suficiente e representativa para a realização do estudo em um município após processo de amostragem pode variar de 91 kg para 140 kg, com isso a pesquisa está dentro da faixa

recomendada. A seguir será apresentado o processo para determinação da composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos.

Figura 07: Ilustração do processo metodológico utilizado no estudo.



Fonte: Autora (2023) adaptado de Frésca (2007).

4.3 Coletas de Campo

4.3.1 Cronograma das coletas

O trabalho de campo de caracterização física de resíduos sólidos domiciliares em Belterra - PA teve duração de quatro dias úteis, com início em uma segunda-feira, dia 07 de junho de 2021, e término na sexta-feira, dia 11 de junho de 2021. A triagem e caracterização de resíduos foi realizada sempre ao final da rota de coleta pública de resíduos sólidos municipal, no turno vespertino.

A intenção inicial, estava em realizar a amostragem em todos os dias de coleta e setores do município, totalizando 5 dias (de segunda a sexta), no entanto, no dia 8 de junho, terça-feira, não foi realizada a amostragem, em detrimento de chuva que ocorreu no momento da coleta, podendo assim intervir nos resultados, optou-se então, por não realizar amostragem nesse dia.

Em estudos encontrados na literatura o número de dias de coleta varia, conforme estudos realizados por Guadagnin *et al.*, (2014) que trata da gravimetria dos resíduos sólidos em municípios do sul catarinense, foram realizadas três amostragens por município utilizando a técnica de quarteamento. Já Oenning *et al.*, (2012) em seu estudo de composição gravimétrica de resíduos sólidos no município de Criciúma foram realizadas nove amostragens no município, abrangendo bairros com características diferentes. No município de Belterra, como explicado acima, foram realizados quatro dias, sendo quase a totalidade dos resíduos coletados no município, que são cinco dias. Além disso, a amostragem realizada é completa, pois abrange a área urbana e rural.

4.3.2. Recursos humanos

A amostragem foi realizada voluntários do Grupo de Estudos e Atividades Socioambientais - GEASA (Grupo de Pesquisa vinculado à Universidade Federal do Oeste do Pará e CNPq) e acompanhada e monitorada por dois Engenheiros Sanitaristas e Ambientais e uma professora atuante em resíduos sólidos (Figura 07), visando garantir a confiabilidade dos dados obtidos. Além disso, contou-se com o importante o auxílio de catadores de materiais recicláveis que atuam no lixão de Belterra, previamente treinados pelos supervisores da pesquisa.

Figura 08 – Equipe de campo em coleta dos dados primários.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

4.3.3 Recursos físicos e materiais

Foram utilizados os seguintes materiais para a realização do estudo e suas respectivas funções, como mostra o quadro 02.

Quadro 02 - Recursos físicos e materiais para realização da amostragem de resíduos sólidos domiciliares do município de Belterra.

Material utilizado	Função do material
Luvas, máscaras Pff2, botas, calças e camisas de manga comprida.	Equipamentos de proteção individuais EPI's
Tenda compacta	Usada para proteção do material de intempéries como vento e chuva, com intuito de não intervenção desses fatores nos valores de densidade (em caso de chuva) e nem em perda de materiais pelo vento.
Lona de 6x4 m	Delimitação para auxiliar na técnica do quarteamento.
Balança de mão digital (50kg)	Utilizada para aferir o peso dos resíduos.
Pá, enxada e ancinho	Para revolver o resíduos na lona e realizar o quarteamento.
Tambores (250 l)	Acondicionar os resíduos em um volume conhecido e fazer sua pesagem, para se obter a densidade.
Pranchetas, tabelas e lápis.	Anotar os dados obtidos.

Fonte: Autora (2021).

4.4 Análise dos Resultados

4.4.1 Determinação do peso específico e composição gravimétrica dos resíduos

Para a obtenção dos resultados referentes ao peso específico e composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares foram respeitadas as seguintes etapas: utilizou-se a quantidade de resíduos para encher os recipientes de capacidade de 250 litros (0,25m³) até a borda e os pesaram, após isso foi pesado o recipiente vazio (8.83 kg cada), onde foi extraído o peso líquido. O valor resultante, ou seja, o valor dado pelo peso do recipiente cheio, subtraído pelo recipiente vazio, nos forneceu o peso líquido de resíduos.

O peso específico (densidade) é calculado, dividindo-se o peso líquido (kg) dos resíduos que ocupou dentro de cada recipiente pelo volume do recipiente (em m³), que pode ser mensurado através das fórmulas apresentadas por Barros (2012).

$$PM = PT - PR \text{ seguido de } DM = \frac{PM}{VR}$$

Onde:

- ✓ P M = peso do material (kg)
- ✓ P T = peso total (kg)
- ✓ P R = peso do recipiente (kg)
- ✓ D M = densidade do material, que deve ser dada em kg/m³
- ✓ V R = volume do recipiente em m³.

Para a composição gravimétrica da amostra, onde foi determinada a participação percentual dos materiais em relação ao todo, realizou-se a separação manual dos componentes de acordo com o interesse da pesquisa, como papel, papelão, metal, vidro, matéria orgânica, têxteis, logística reversa, isopor, tetra pack e rejeitos. Sequencialmente foi realizada a pesagem de cada material, para se obter as proporções relativas aos diversos constituintes, calculando segundo a fórmula apresentada por Barros (2012):

$$\% (material) = \frac{PM}{\sum PM}$$

Onde:

- ✓ P M = peso do material (kg)
- ✓ $\sum P M$ = somatória dos pesos de todos os materiais.

Os valores utilizados foram a média aritmética do peso de cada material dividido pelo peso médio total da semana.

4.4.2 Estimativa do potencial econômico dos resíduos sólidos recicláveis que são destinados ao lixão de Belterra.

Para fazer o cálculo de estimativa de potencial econômico foi utilizado os dados da gravimetria dos resíduos sólidos e quantidade de toneladas coletadas mensalmente segundo o questionário aplicado, sendo analisados a partir de valores médios pagos por quilogramas em cada tipo de material, divulgado pelo Instituto Pragma e Associação Nacional dos Catadores - ANCAT no anuário da reciclagem (2021), baseado na metodologia de Feitosa, Barden e Konrad (2017), depois de estabelecidos os valores pagos por toneladas, somente dos materiais recicláveis: papel, plástico, vidro e metal, pois foi possível a obtenção de valores pagos. Logo em seguida foi calculada a quantidade de resíduos pelo valor pago pelos materiais, utilizando dados apresentados no anuário de reciclagem (conforme tabela 01), sendo o metal o material mais bem pago com R\$ 3.040,00 por toneladas, em segundo lugar o plástico com R\$ 1.040,00 por toneladas.

Tabela 01 - Valores médio dos valores pagos em R\$/toneladas divulgados no Anuário da Reciclagem.

Material	R\$/ton
Papel	400,00
Vidro	150,00
Metal	3040,00
Plástico	1040,00

Fonte: Autora (2022) adaptado de Associação Nacional dos Catadores (2021).

Com base nos resultados a serem adquiridos foi realizado projeções de ganhos econômico mensal e anual (valor mensal x 12) baseando no estudo de Feitosa, Barden e Konrad (2017), que realizaram uma estimativa de ganho econômico dos resíduos na cidade de Juazeiro do Norte considerando três meses. Para esta pesquisa foi considerada a possibilidade de comercialização dos resíduos por cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis que trabalham em Belterra.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Descrição das atividades de coleta de resíduos sólidos Domiciliares em Belterra

Conforme dados do questionário aplicado com o responsável técnico do órgão SEMAT - Belterra, no município há coleta dos resíduos sólidos domiciliares, sendo de responsabilidade da prefeitura, realizada em todos os bairros e áreas rurais, apenas uma vez

por dia em cada bairro, na modalidade porta a porta de segunda a sexta; além disso, não é cobrada taxa tarifária pelos serviços de gerenciamento de RSD no município.

Diariamente são coletados em Belterra aproximadamente 8 toneladas de resíduos sólidos domiciliares. A coleta seletiva de resíduos é inexistente, assim como também a logística reversa e programas de educação ambiental. A destinação final dos resíduos é inadequada de acordo com a lei 12.305 (BRASIL, 2010), sendo ainda um lixão, localizado na estrada 2, S/N, próximo ao cemitério do município.

De acordo com os objetivos do estudo, seguem-se os resultados obtidos através da caracterização física dos resíduos sólidos urbanos do município de Belterra. A coleta de campo ocorreu no período de 4 dias durante uma semana, no período vespertino, ao fim do expediente de coleta, aproximadamente, das 13 horas às 18 horas.

5.2 Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares de Belterra

5.2.1 Peso específico

Na tabela 01 apresenta os amostrados para os resíduos sólidos domiciliares de Belterra, especificados por: dia da semana, quantidade de tambores, peso líquido e peso específico.

O valor do peso específico médio obtido dos resíduos Belterra foi de 491,31 kg/m³ (tabela 01), valor acima da média se comparado com outras pesquisas da região norte, nordeste e sudeste, devido ao grau de compactação, uma vez que os resíduos foram caracterizados após a coleta e chegavam ao ponto de coleta em caminhão compactador. O peso específico também pode variar de acordo com a região, sendo a região amazônica apresenta resultados superiores em relação às demais regiões do Brasil, de acordo com Barros (2012) o teor de umidade pode ser influenciado pela incidência de chuva.

Tabela 02- Peso líquido e peso específico dos resíduos sólidos domiciliares amostrados em Belterra – PA.

Kg/Dia	Segunda Feira (07/06/2021)	Terça Feira (08/06/2021)	Quarta Feira (09/06/2021)	Quinta Feira (10/06/2021)	Sexta Feira (11/06/2021)
Peso líquido (kg)	114,05	-	112,56	122,34	142,36
Peso específico (kg/m ³)	456,20	-	450,24	489,36	569,44

Fonte: Autora (2021).

Em uma pesquisa realizada em 2012, o peso específico de resíduos do município de Apuí - AM teve como resultado 230 kg/m³, incluindo resíduos domiciliares e comerciais (SANTOS, *et al.*, 2013), em Jaú - SP, o peso específico de dois bairros ficou na média de 136,2 kg/km³ (REZENDE, *et al.*, 2013). Segundo Moraes, Costa e Filho (2020), no município de São José de Espinharas (PB) com população de 4.631, o peso específico de resíduos foi de 349,93 kg/m³/dia, sendo este o peso específico encontrado na literatura mais próximo do município em estudo, os resultados dos estudos citados acima estão representados no quadro 03.

Quadro 03 - Comparativo de peso específico em outras pesquisas.

Autor	Área de estudo	Resultados
SANTOS, et al., 2013	Apuí - AM	230 kg/m ³
REZENDE, et al., 2013	Jaú - SP	136,2 kg/m ³
Moraes, Costa e Filho (2020)	São José de Espinharas (PB)	349,93 kg/m ³

Fonte: Autora (2023).

O valor acima da média para peso específico dos resíduos de Belterra justifica-se pelo fato de já estarem compactados vindo nos carros coletores, com isso influenciou no resultado final. Além disso, Belterra caracteriza-se por uma cidade com grandes quintais mesmo em sua área urbana, estudos apontam tamanho médio de quintais igual a 1500m² e 3.333m² (RAYOL e SILVA, 2021; REBÊLO *et al.*, 2019) sendo um hábito na população amazônica, inclusive de Belterra, conforme apontado em estudo realizado por Matos (2015), manter uma área do quintal sempre varrida, onde é retirada a matéria orgânica, plantas daninhas, deixando o solo exposto, seja para dar a aparência de limpeza ou para proteger a família de animais peçonhentos. Nesse processo de varrição, por vezes, parte do solo também é coletado e tudo isso é encaminhado também para coleta convencional. Inclusive, identificamos esses resíduos dentre os destinados aos lixões de Belterra.

5.2.2 Composição gravimétrica

A tabela 02 mostra o peso médio em kg de cada material analisado nos dias de coleta, assim como o peso médio total.

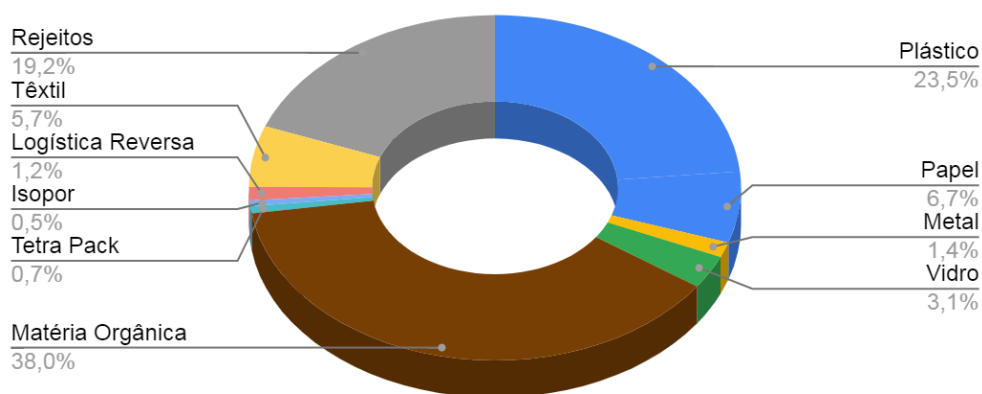
Tabela 03 - Média da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (em kg).

Plástico	Papel	Metal	Vidro	Matéria orgânica	Tetra Pack	Isopor	Logística Reversa	Têxtil	Rejeitos	Total
34,94	9,90	2,11	4,62	56,49	1,00	0,81	1,86	8,51	28,56	148,79

Fonte: Autora (2023).

A composição gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares de Belterra é de (38%) de matéria orgânica (M.O), com maior percentual em relação aos demais resíduos, em segundo lugar o plástico com (23,5%), seguido dos rejeitos com (19,2%), além disso, o município produz significativos números para materiais como papel (6,7%) e vidro (3,1%), que possuem grande potencial de reciclagem (Figura 09).

Figura 09: Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de Belterra



Fonte: Autora (2022).

Conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, em 2022, a matéria orgânica representa o maior percentual na composição gravimétrica, com 45,30%, com isso Belterra está abaixo da média nacional. Já o plástico e vidro, em Belterra a quantidade gerada diariamente está acima da média nacional (16,8% e 2,7%), com 23,1% e 3,1% respectivamente, com relação à média nacional de papel está incluso também a porcentagem de papelão, diferente de Belterra, logo não foi realizada a comparação (FRANÇA *et al*, 2022).

Em outros estudos, a matéria orgânica também aparece em primeiro lugar, como constatou Ferreira *et al.*, (2019), no município de Sobradinho - BA, através da composição gravimétrica evidenciou que cerca de 60% da ocupação total dos resíduos era M.O. Conforme estudos de Fiel *et al.*, (2021), na Ilha de Cotijuba, pertencente à capital Belém, a fração de matéria orgânica representou 38% do total, sendo também o principal elemento que compõe os resíduos, a autora também apresenta que 18% dos resíduos são plásticos, constata-se que gera menos plásticos que Belterra, sendo assim, no quadro 04 estão representados as porcentagens para matéria orgânica nas pesquisas comparativas.

Quadro 04 - Comparativo de outras pesquisas para resultados em matéria orgânica.

Autor	Área de estudo	Resultados para M.O
Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2022)	Brasil	45,30%
Ferreira et al., (2019)	Sobradinho - BA	60%
Fiel et al., (2021)	Ilha de Cotijuba, pertencente à capital Belém	38%

Fonte: Autora (2023).

Comparando a composição gravimétrica com estudo da região sul, no município de Santa Cruz do Sul, tem-se os seguintes dados para Belterra e Santa Cruz do Sul, respectivamente: papel 6,7% e 9,92%; vidro tem dados aproximados, sendo 3,1% e 3,02 %; plástico com 23,5% e 13,48%; metal 1,4 % e 2,02% (TRENTIN, *et al.*, 2019). Sendo os metais com menor composição gravimétrica devido estes já serem comercializados antes mesmo de chegar ao lixão, pois são materiais que possuem valor econômico já conhecido pela população.

Através dos dados apresentados acima, é notório o quanto de materiais recicláveis são destinados ao lixão de Belterra, que poderiam ser comercializados, mas é necessário programas de educação ambiental para incentivar a coleta seletiva no município. Para Fuzaro & Ribeiro (2007), toda a comunidade deve estar inserida e participar do processo de separação dos resíduos sólidos recicláveis. A matéria orgânica poderia ser reaproveitada através de técnicas para fazer compostos de adubação, que também podem ser comercializados e servindo como fonte de renda.

Dentre os resíduos que são considerados passíveis de reciclagem (em maiores quantidade, principalmente papel, plástico, metal e vidro) representam 35,9% dos resíduos, matéria orgânica 38% e o restante (26,1%) são compostos por rejeitos, têxteis e logística reversa, sendo o último, podendo ser devolvidos às empresas sendo estas responsáveis por adotar medidas ambientalmente adequadas.

Sabe-se que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem a totalidade de sua área urbana, em 2020, 4.145 municípios registraram alguma iniciativa de coleta seletiva, 74,4% da totalidade dos municípios brasileiro, na região norte a porcentagem é de 65,3%, menor em relação às regiões sul e sudeste, com 91,2% e 90,6% respectivamente (ABRELPE, 2021). A função da coleta seletiva consiste em recuperar os materiais na própria

fonte geradora ou na pré-separação para cada material, que necessita de acondicionamento diferenciado (FUZARO & RIBEIRO, 2007).

Em vista disso, os resultados da composição gravimétrica obtido mostra o potencial econômico que os resíduos recicláveis possuem para reciclagem, além de evidenciar as possibilidades de tratamento e disposição final dos resíduos no município de Belterra. Com esses resultados é possível analisar o mercado para a reciclagem, buscando implementar políticas de educação ambiental, coleta seletiva e acordos setoriais para logística reversa.

5.3 Potencial econômico dos resíduos sólidos recicláveis destinados ao lixão de Belterra

Com base no questionário aplicado, no município de Belterra é recolhido cerca de 8 toneladas de resíduos diários, 176 mensal e 2112 anual, diante disso, a tabela abaixo representa a estimativa de ganho em reais mensal e anual com papel, plástico, metal e vidro.

Tabela 04 - Estimativa de ganho econômico em quatro materiais (papel, plástico, metal e vidro).

Material	Gravimetria de Belterra (%)	Ton/material	Valor/ton/mês	Valor/ton/ano
Papel	6,7	11,79	4.716,80	56.601,60
Plástico	23,5	41,36	43.014,40	516.172,80
Metal	1,4	2,47	7.493,60	89.923,20
Vidro	3,1	5,46	818,40	9.820,80
Total	-	61,07	56.043,20	672.518,40

Fonte: Autora (2022) adaptado de Feitosa, Barden e Konrad (2017).

Desta forma, estima-se que os valores ganhos mensais caso Belterra contasse com um sistema de coleta seletiva, ou investisse em um galpão de triagem para a segregação de resíduos sólidos seriam na ordem de R\$ 43.014,40 com plástico, R\$ 4.716,80 no papel, R\$ 7.493,60 com metal e R\$ 818,40 com vidro, somando - se cerca de R\$ 56.043,20, e o valor anual de R\$ 672.518,40. Estes são valores tendo em vista a venda por cooperativas e associações, havendo a inclusão socioproductiva.

Vale destacar que os valores apresentados são apenas estimativas, podendo sofrer variações e mudanças ao longo do tempo. Considerando os valores de ganho econômico apresentados acima, nota-se o quanto pode impactar a economia local. Sabe-se que foram analisados apenas quatro materiais, não sendo calculado para embalagens de longa vida (tetra pack) e isopor, com isso o valor ganhos podem ser maiores.

Há de se considerar que um programa de gerenciamento adequado de resíduos sólidos aumentaria o potencial de reciclabilidade desses resíduos. Um município de pequeno porte

como Belterra, poderia ser um modelo de implementação de coleta seletiva, com segregação de resíduos na fonte geradora (BARROS, 2012), diminuindo a contaminação e periculosidade de materiais e aumentando as chances de reciclagem de materiais.

Belterra apresenta grande potencial econômico para reciclagem de plásticos, visto que apresenta um percentual médio de 23,48% de geração segundo os dados gravimétricos. No Brasil a capacidade de reciclagem de polímeros sintéticos é de quase 2 milhões de toneladas por ano, e estas empresas empregam diretamente quase 19 mil pessoas, com um faturamento que chega a R \$2,5 bilhões (PLASTIVIDA, 2012). “Segundo o Sistema Jogue Limpo, para cada tonelada de plástico recebido, o sistema evita que o equivalente a 20 mil embalagens de 1 litro de óleo lubrificante seja depositado inadequadamente no meio ambiente” (FRANÇA *et al.*, 2022).

No município a quantidade de matéria orgânica é a mais expressiva e, por isso, deve ser dada a devida atenção em tratamento à esse resíduo, por ocupar mais espaços na célula de aterro sanitário, e pela elevada liberação de chorume e metais pesados desses resíduos ao ambiente (PEREIRA-NETO, 2007; LIMA, 2004). A compostagem, apresenta-se como uma alternativa eficiente para tal situação, sendo um processo biológico de degradação da matéria orgânica, obtendo como produto final o adubo orgânico, mas, para que ocorra de forma eficiente é necessário a segregação do resíduo orgânico na fonte geradora, evitando que misture com outros tipos de resíduos comprometendo a qualidade do produto final (SOUZA; CARMO; SILVA; PAIVA, 2020).

Cavaler (2022), realizou um estudo sobre viabilidade econômica da utilização de biogás produzido em aterros sanitários para geração de energia elétrica em cidades de 30 mil, 100 mil e 250 mil, considerando a operação com 20%, 50% e 80% de sua capacidade de produção de energia. Para municípios com 30 mil habitantes os resultados evidenciaram que em operações com 20% e 50% a geração de eletricidade é uma alternativa economicamente inviável, para operação com 80% é viável sendo necessário um investimento de R\$ 1.125.101,19.

Em estudos realizados por Fernandes *et al.* (2022), do aproveitamento energético e da viabilidade econômica da utilização de biogás produzido em aterros sanitários em função da população, através dos métodos de otimização de potência, nas cidades de Vigia (PA), Ariquemes (RO), Dourados (MS), Cascavel (PR), Jundiá (SP) e Niterói (RJ), constatou-se que todas as cidades estudadas não apresentaram viabilidade para geração de energia, com valores negativos para VPL (Valor Presente Líquido), que trata da viabilidade econômica, e LCOE (Custo Nivelado de Energia) superior à tarifa de venda de energia adotada no estudo.

Os autores ainda acrescentam que cidades onde há maior precipitação (Vigia (PA) e Ariquemes (RO)) possuem maior decaimento no que tange a produção de metano, o que pode interferir nos resultados de potência e geração de biogás. Diante dos resultados apresentados, considerando a população e geração de resíduos sólidos de Belterra, o aproveitamento para biogás é economicamente inviável.

Desta forma, uma das alternativas para evitar a destinação de resíduos orgânicos ao futuro aterro sanitário de Belterra - PA, é preconizada na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de 2010^a, e informa que é fundamental a implementação de um sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos, assim como articulação com os agentes econômicos e sociais de formas de utilização do composto produzido.

Com a reciclagem dos materiais, o município estará caminhando para o cumprimento de três Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sendo eles: objetivo 6 - Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos; Objetivo 11 - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; Objetivo 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, onde trazem metas para a reciclagem, redução de impacto ambiental negativo e gestão dos resíduos municipais (ONU, 2022).

Além de contribuir nos objetivos estabelecidos pela PNRS, no que diz respeito à reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, incentivo à indústria da reciclagem, acordos setoriais, inclusão socioproductiva dos catadores de materiais recicláveis e gestão integrada de resíduos sólidos (BRASIL, 2010), mas, faz-se necessário a construção de um galpão para associações e cooperativa de catadores de materiais recicláveis trabalharem de forma digna.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos sólidos domiciliares quando descartados de forma inadequada ocasionam problemas ambientais e de saúde pública, necessitando de soluções viáveis e técnicas ao gerenciamento de resíduos, com estudos preliminares que proporcionem tais soluções. Para tal, o estudo das características físicas (composição gravimétrica e peso específico) permite planejar gerenciamento adequado, o dimensionamento de aterro sanitário, a elaboração de planos de saneamento básico e de resíduos sólidos municipais, além de permitir uma estimativa do potencial econômico dos materiais descartados incorretamente.

Com base no estudo constata-se que o peso específico dos resíduos sólidos domiciliares de Belterra é de 491,31 kg/m³, e sua composição gravimétrica concentra em

matéria orgânica com maior percentual (38%), plástico com (23,5%) e os rejeitos com (19,2%), dentre os resíduos, 35,9% são passíveis de reciclagem, com isso foi realizado uma estimativa de potencial econômico destes resíduos, analisando quatro materiais, sendo eles: plástico, papel, metal e vidro.

Estima-se que o ganho econômico com a comercialização dos resíduos recicláveis mensal é cerca de R\$ 56.043,20 e o valor anual de R\$ 672.518,40, considerando a venda por associações e cooperativas, impactando na qualidade do meio ambiente e gera fonte de renda para os associados e cooperados. Portanto, estudos como este são importantes e necessários, as metodologias utilizadas são instrumentos capazes de trazer dados e informações relevantes para definição de estratégia de gestão integrada de resíduos, como também no dimensionamento de aterros sanitários, logo corrobora no gerenciamento ambientalmente adequado. Vale ressaltar que existem fatores que influenciam na geração de resíduos, portanto, esses estudos podem ser alterados a depender desses fatores, tais como festividades, estações turísticas, entre outros. Se faz necessário também estudos com biogás para testar viabilidade em diferentes escalas de aterros.

Novos estudos são necessários em caracterização de resíduos sólidos da Amazônia, bem como o aperfeiçoamento da metodologia se faz necessário, este foi o primeiro conhecido academicamente em uma escala municipal no oeste do Pará, indicam-se a mudança da metodologia, não sendo mais realizada no lixão no município, evitando a insalubridade dos participantes da pesquisa. Bem como a adoção de outras práticas que visem a melhoria da amostragem, como a coleta em caminhão não compactador, para que seja dimensionado o real peso específico de resíduos. Em algumas circunstâncias, para municípios maiores, faz sentido também a setorização do município para escolha das áreas que serão amostradas, uma vez que não será permitido amostrar 100% da coleta, como foi o caso desse estudo.

Por fim, conclui-se a partir do estudo realizado que o município possui grande potencial para melhoria do gerenciamento de resíduos sólidos, por se tratar de um município pequeno, com fácil logística de coleta e tratamento de resíduos e considerando os recentes interesses do Ministério do Turismo na região, que em 2021 realizou visitas para fins de planejar investimentos no turismo sustentável na região, sendo os passivos ambientais um foco (como a remediação de lixão) um foco atrativo dos investimentos (MACIEL, 2022).

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos: procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15849**: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.
- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo, 2020.
- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo, 2021.
- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo, 2022.
- ALMEIDA, G., SILVEIRA, R., & ENGEL, V. (2020). Coleta e Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos: Contribuição ao Debate da Sustentabilidade Ambiental. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies [FSRJ]**, 12(2), 289-310.
doi:<https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.445>
- ANCAT. **Anuário da reciclagem 2021**. Barão de Itapetinga, SP, 2021. Disponível em https://ancat.org.br/wp-content/uploads/2022/07/61cc5f12957d186a623aebc9_Anu%CC%81rio-da-Reciclagem-2021-1.pdf. Acesso em 31 de outubro de 2022.
- ARAÚJO, J. L. Monitoramento por sensoriamento remoto da concentração de clorofila-a e das florações de cianobactérias no Baixo Tapajós : **audiovisual praias do Tapajós para gerações presentes e futuras**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.
- BARROS, R. T. de VASCONCELOS. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura. Belo Horizonte, 2012.
- BORTOLINI, M.A.A. **Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus Ibatiba** - 2018.
- BRASIL. Decreto Nº 11.044, de 13 de abril de 2022. Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem - Recicla+. **Diário oficial da união: Brasília**, Edição: 72 | Seção: 1 | Página: 191
- BRASIL. **Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Dispõe a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 3 de ago. 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 16 julho 2020

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Índice de reciclagem de latas de alumínio chega a 99% e Brasil se destaca como recordista mundial.** Governo do Brasil, 2022. Disponível em <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2022/04/indice-de-reciclagem-de-latas-de-aluminio-chega-a-99-e-brasil-se-destaca-como-recordista-mundial> . Acesso em 19 de junho de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares** [recurso eletrônico] /coordenação de André Luiz Felisberto França... [et. al.]. – Brasília, DF:MMA, 2022.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Após três dias, Ministério do Turismo finaliza visitas técnicas no Pará.** Disponível em <https://www.gov.br/turismo/pt-br/assuntos/noticias/apos-tres-dias-ministerio-do-turismo-finaliza-visitas-tecnicas-no-para>. Acesso em 14 de janeiro de 2023.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Governo Federal lança programa Recicla+ e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, abril, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2022/abril/governo-federal-lanca-programa-recicla-e-do-plano-nacional-de-residuos-solidos>. Acesso em 30 de maio de 2022.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos - 2020.** Brasília: SNIS, 2020. Disponível em <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-residuos-solidos> . Acesso em 19 de junho de 2022.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Mapa de Indicadores de Resíduos Sólidos - 2020.** Brasília: SNIS, 2020. Disponível em: http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/residuos_solidos/mapa-indicadores?cod=15. Acesso em 26 de agosto de 2022.

CAVALER, V. **Viabilidade econômica da utilização de biogás produzido em aterros sanitários para a geração de energia elétrica.** Tese (Doutorado Campus de Cascavel) - Universidade Federal do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós - Graduação em Engenharia Agrícola, 2022.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Taxas de reciclagem.** Disponível em: <https://cempre.org.br/taxas-de-reciclagem/>. Acesso em 16 de setembro de 2022.

FEITOSA, A.K; BARDEN, J.E; KONRAD, O. Estimativa de ganho econômico com material reciclável a partir de resíduos sólidos domiciliares. **Educação ambiental em ação.** ISSN 1678-0701 Número 62, Ano XVI. Dezembro-2017/Fevereiro2018.

FERNANDES, G.L *et al.* Geração de energia usando biogás de aterros sanitários no Brasil: **um estudo de potencial energético e viabilidade econômica em função da população.** Eng Sanit Ambient | v.27 n.1 | jan/fev 2022 | 67-77

FERREIRA, I.J.S, *et al.*. Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares e dimensionamento de área para aterro sanitário no município de Sobradinho - BA. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 1, p. 49-58, jan./jul. 2019.

FERREIRA, A. E. de M *et al.*. 2020. **Política Nacional de Resíduos Sólidos e os 10 anos de sua implementação no Estado do Pará**. Em Interfaces socioambientais no antropoceno: “cenário atual e perspectivas futuras para a pesquisa e extensão em resíduos sólidos no Estado do Pará”, 10-33. 1ª Edição. Organizadores Amanda Estefânia de Melo Ferreira, Diani Fernanda da Silva Lesse Antônio Pinheiro. Santarém, Pará: UFOPA, 2021.

FIEL, L.C, et al., Análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados na Ilha de Cotijuba em Belém – PA. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e435101220724, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20724>

FREITAS, A.G. **Reciclagem de PET no Brasil: cenário atual e projeção da reciclagem para 2030**. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de São Paulo, Instituto de Ciência e Tecnologia, 2021.

FRÉSCA, F.R.C (2007). **Estudo de geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física**. Dissertação de mestrado. Escola de engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2007.

FUZARO, J.A. & RIBEIRO, L.T. (2007) **Coleta seletiva para prefeituras**. 5 ed. São Paulo: SMA/CPLEA.

GOMES, P.C.G. **Gestão integrada de resíduos sólidos: uma aplicação prática**. 1. ed - Curitiba: Appris, 2019.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: **impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1503-1510, 2012

GUADAGNIN, M.R, *et al.* **Estudo de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em municípios do sul catarinense**. IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Centro de eventos - Porto Alegre - RS. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama de Belterra**. Rio de Janeiro: IBGE (2021). Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belterra/panorama>. Acesso em 26 de agosto de 2022.

SPINOLA, E.L.S.S. **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. 24 p. : il. col. – (Gestão ambiental ; 12) ISSN: 2178-4353 Bibliografia: p. 22-23

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). (2001) **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM. 200 p.

JOHANSEN, I. C.; CARMO, R. L. do. **Dengue e falta de infraestrutura urbana da Amazônia brasileira: o caso de Altamira**. *Novos Cadernos NAEA*. v 15, n 1, p, 179 – 128, 2012.

LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. - São Paulo : Atlas 2003. ISBN 85-224-3397-6

LIMA, L. M. Q. **Lixo: tratamento e biorremediação**. 3ª ed. São Paulo: HEMUS. 2004. 270p

LOPES, T. Projeto de Lei Nº 1.084/2021. **Altera a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, para dispor sobre tratamentos alternativos para a destinação final de resíduos em Municípios com população inferior a cinquenta mil habitantes**. Aguardando Designação de Relator na Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC). Disponível em <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2283566>. Acesso em 17. de jan. de 2023.

LUIZARI, J. D. 2019. Análise da geração e composição dos resíduos sólidos domiciliares: **estudo de caso no plano piloto - DF**. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 100 p.

MATOS, C.B. **Diversidade e usos de quintais agroflorestais da comunidade São Domingos, Floresta Nacional do Tapajós, Belterra - PA**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Santarém, 2015.

MELO, V. L. A.; JUCÁ, J. F. T. **Estudos de referência para diagnóstico ambiental em aterros de resíduos sólidos**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, pp 3-8, Porto Alegre, RS, Brasil, Dez 2000.

MENEZES, R.O. *et al.* 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 | mar/abr 2019 | 271-282. DOI: 10.1590/S1413-41522019177437

MNCR. **Quantos Catadores existem em atividade no Brasil?**. Disponível em <https://www.mnrc.org.br/sobre-o-mnrc/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil>. Acesso em 02 de junho de 2022.

MORAIS, P.D.; COSTA, T.V.; FILHO, G.Q.S. Caracterização dos resíduos sólidos do município de São José de Espinharas (PB). **A Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 41 (2022). ISSN: 1984-3526. DOI: 10.3895/rts.v16n41.11786

OENNING, A.S *et al.* Estudo de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos no município de Criciúma. **Revista Iniciação Científica**, v. 10, n. 1, 2012, Criciúma, Santa Catarina. ISSN 1678-7706

ONU. **Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2022. Disponível em <https://brasil.un.org/> . Acesso em 30 de outubro de 2022.

PEREIRA, F. T. G.; LEITE, H. E. A.; GARCEZ, L.R., et al. **Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Campina Grande-PB**. In: SINRES-2º Simpósio Nordeste de Resíduos Sólidos, pp 19-21, Campina Grande, PB, Brasil, Mai. 2010.

PEREIRA-NETO, J.T. Gerenciamento de lixo: **aspectos técnicos e operacionais**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

PINHEIRO, V.G.M., et al. Resíduos sólidos: **uma questão de educação ambiental e responsabilidade social e ambiental**. ISSN 1678-0701 · Volume XXI, Número 79, 2018. Disponível em <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3483>. Acesso em 19 de junho de 2022.

PLASTIVIDA. **O Brasil recicla mecanicamente 21% dos plásticos**. Disponível em: http://www.plastivida.org.br/images/releases/Release_091_Reciclagem_Plasticos_.pdf. Acesso em 15 julho 2021.

RAYOL, B.P; SILVA, J.C.N. **Florística e estrutura do estrato arbóreo de quintais urbanos do município de Belterra, Pará**. Agrarian, Dourados, v. 14, n. 51, p. 18-26, 2021.

REBÊLO, A.G.M *et al.* Quintais agroflorestais urbanos em Belterra, PA: importância ecológica e econômica. **Revista Terceira Margem Amazônia** | v. 4 • n. 12 • Jan/Jun. 2019.

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

ROSSI, Flávia, 1979- R735 Sujeitos de sua própria história: **a trajetória do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) no Brasil (2001-2016)** / Flávia Cristina Regilio Rossi. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

ROTH, C.G; GARCIAS, C.M. A influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano sólidos dentro do sistema urbano. REDES, s. **Revista do Desenvolvimento Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 3, p. 5 -13, set/dez. 2008

SANTOS, A.A, *et al.* Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos urbanos do município de Apuí-am. **Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente**, Humaitá, LAPESAM/GISREA/UFAM/CNPq/EDUA - ISSN 1983-3423. Ano 6, Vol X, Número 1, Jun-Jul, 2013, Pág. 49-58

SANTOS, R.J.M., et al. O descarte de lixo e as condições de trabalho dos catadores de materiais recicláveis de Itaperuna - RJ. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico**. ISSN: 2446-6778 Nº 5, volume 5, artigo nº105, Julho/Dezembro 2019 D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a105>

SARMENTO, E.B. et al. Estudo do potencial energético dos resíduos sólidos domiciliares brasileiros a partir da sua composição gravimétrica. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 9, n. esp., p. 616-630, mai. 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e012020616-630

SEMAT. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo. **Inventário da Oferta e Infraestrutura Turística de Belterra**. Coordenadoria de Turismo. Belterra, PA. 2017.

SOLIANE, R.D; KUMSCHLIES, M.C.G; SCHALCH, V. A gestão de resíduos sólidos urbanos como estratégia de sustentabilidade. **Espacios**, Vol. 40 (Nº 3) Ano 2019. Pág. 9. ISSN 0798 1015

SOUSA, M.T.R. **Realidade e perspectivas dos catadores da coleta seletiva informal da cidade de Uberlândia**. Universidade Federal de Uberlândia, 2020.

SOUZA, L.A *et al.* Análise dos principais parâmetros que influenciam a compostagem de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.3. 194-212 (2020).

TRENTIN, *et al.* Estudo da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em Santa Cruz do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 13, n. 1, p. 07-14, 2019 | ISSN 1981-8858.

ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
GRUPO DE ESTUDOS E ATIVIDADES SOCIOAMBIENTAIS

Questionário sobre a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Belterra - PA

Finalidade: Identificar como acontece a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no município de Belterra, Pará.

Procedimento Técnico: O questionário será aplicado, especificamente, junto ao órgão ambiental da Administração Pública do Município de Belterra, de modo virtual, com método exploratório e perguntas abertas.

Contato dos pesquisadores, para caso de dúvida:

Raiane Rodrigues Galvão

Orientando / Graduanda do curso superior de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas pela Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus de Santarém e integrante do Grupo de Estudos e Atividades Socioambientais.

raianegalvao14@gmail.com

Dra. Amanda Estefânia de Melo Ferreira

Orientadora / Professora adjunta da Universidade Federal do Oeste do Pará – Instituto de Ciência e Tecnologia das Águas e coordenadora do Grupo de Estudos e Atividades Socioambientais.

amandaestefania@gmail.com

INFORMAÇÕES DO ENTREVISTADO

01. Nome do Município pesquisado:

02. Nome do contato responsável pelas informações da operadora neste distrito:

03. Telefone do contato responsável pelas informações:

04. E-mail do responsável pelas informações:

05. Cargo do responsável pelas informações:

06. Nome do órgão responsável pelas informações:

SERVIÇOS EXECUTADOS NO MUNICÍPIO

01. Existe serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos no município?

02. Como é realizada a coleta de resíduos sólidos em Belterra, Pa?

() Pelo município

() Empresa Terceirizada

() Outro: Explique:

03. É realizada alguma cobrança tarifária pelos serviços de gerenciamento de RS no município?

() Sim

() Não

04. Qual o número de funcionários empregados no serviço de coleta de RSU?

05. A coleta de RSU é realizada em todos os bairros?

() Sim

() Não

06. Se a coleta de RSU não é realizada em todos os bairros, informe quais setores/bairros não possuem coleta.

07. A frequência de coleta de RSU é realizada de forma igualitária em todos os bairros?

() Sim

() Não

08. Se a frequência de coleta não é igualitária em todos os bairros, informe em quais setores/bairro essa frequência de coleta é diferente.

09. Informe na tabela o nome do setor/bairro, a frequência e o horário de coleta do RSU no município?

Setor/Bairro	Frequência de Coleta	Horário de Coleta

10. Qual/quais tipo(s) de veículo(s) é/são utilizado(s) na coleta domiciliar do RSU?

11. O mesmo tipo de veículo é utilizado para coleta de RSU em todos os bairros?

() Sim

() Não

12. Se não é utilizado o mesmo veículo, especifique o tipo de veículo em cada setor/bairro.

Setor/Bairro	Tipo de Veículo

13. Como funcionam as rotas de coleta do RSU nos bairros do município? Se possível, especificar a logística da coleta de RSU empregada em cada setor/bairro do município.

Setor/Bairro	Rota do Bairro

14. Qual o volume diário de RSU recolhido no município?

15. Qual o volume mensal de RSU recolhido no município?

16. Qual o volume anual de RSU recolhido no município?

17. Existe a coleta seletiva de resíduos no município?

() Sim

() Não

18. Se existe coleta seletiva, ela é feita em todos os setores/bairros?

() Sim

() Não

19. Se a coleta seletiva não é feita em todos os setores/bairros, informe qual setor/bairro não possui coleta seletiva.

20. Onde se localiza a unidade de destinação final do RSU?

21. Qual a destinação final do RSU coletado?

22. No Município, existe PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos aprovado por meio de Lei Municipal?

() Sim

() Não

23. Se existe PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, qual a lei?

24. No Município, existe algum processo de logística reversa para RSU realizado pelo setor privado e a indústria em geral?

24. No Município, existe algum programa de educação ambiental destinado à sensibilização acerca do lixo?