

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO – OESTE
SETOR DE CIÊNCIAS ÁGRARIAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA
SANITÁRIA E AMBIENTAL – PPGESA

RENATA ANTONIA PAZ

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS A PARTIR DA
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA NO ATERRO SANITÁRIO DE PORTO UNIÃO/SC**

IRATI
2021

RENATA ANTONIA PAZ

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS A PARTIR DA
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA NO ATERRO SANITÁRIO DE PORTO UNIÃO/SC**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em recursos hídricos e meio ambiente, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a Dr^a Jeanette Beber de Souza

Coorientadora: Prof^a Dr^a Tatiane Bonametti Veiga

IRATI

2021

Catálogo na Publicação
Rede de Bibliotecas da Unicentro

P348a Paz, Renata Antonia
Análise da geração de resíduos sólidos urbanos a partir da caracterização física no aterro sanitário de Porto União/SC / Renata Antonia Paz. -- Irati, 2021.
xii, 61 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em Recursos Hídricos e Meio Ambiente, 2021.

Orientadora: Jeanette Beber de Souza
Coorientadora: Tatiane Bonametti Veiga
Banca examinadora: Jeanette Beber de Souza, Kelly Geronazzo Martins, Grasielle Soares Cavallini

Bibliografia

1. Caracterização física 2. Gestão de resíduos. 3. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

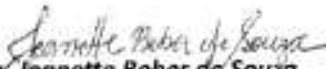
| CDD 628.4

TERMO DE APROVAÇÃO

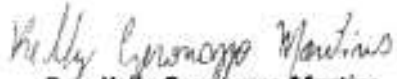
Renata Antonia Paz

Análise da geração de resíduos sólidos urbanos a partir da caracterização física no aterro de Porto União-SC

Dissertação aprovada em 12/08/2021, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:


Dra. Jeanette Beber de Souza
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientadora e Presidente da Banca


Dra. Grasielle Soares Cavallini
Universidade Federal de Tocantins


Dra. Kelly Gerhazzo Martins
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Irati-PR, 12 de agosto de 2021.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e intempéries nesse momento de pandemia.

Aos meus pais que nunca mediram esforços para que eu pudesse realizar os meus sonhos e sempre me deram suporte para que eu continuasse sonhando cada vez mais alto. Ao meu irmão que sempre foi meu melhor amigo.

Ao meu noivo Afonso Felipe A. Herzer, por todo o incentivo e apoio para a conclusão dessa etapa, obrigada por me inspirar e dividir a vida comigo tornando tudo mais leve.

A minha família, em especial a Tia Sonia, que sempre foi como uma mãe e em inúmeras vezes se fez essencial em toda essa jornada.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Jeanette Beber de Souza e a minha coorientadora Prof.^a.Dr.^a Tatiane Bonametti Veiga, por toda paciência, dedicação e tempo disponibilizado para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Aos professores, que transmitiram seus conhecimentos, experiências profissionais e de vida, ao longo do tempo de pós-graduação.

Ao engenheiro ambiental da Ecovale de Porto União/SC Felipe Marcel Dalmas Kotwiski e os demais colaboradores do aterro sanitário do município, por sempre estarem dispostos a colaborar e auxiliar da melhor maneira possível, sendo essenciais para a realização desse estudo.

Aos amigos e colegas da pós-graduação por todo conhecimento compartilhado e companheirismo nas aulas.

Aos meus amigos Isabella Pasa Morgan e Marcelo Adriano Ginko pela contribuição e ajuda no desenvolvimento desse estudo.

Aos amigos de longa data que mesmo de longe sempre estiveram presentes com um ombro amigo ou uma palavra de apoio, compreendendo os momentos de ausência.

Aos membros da banca que prontamente aceitarem o convite e por colaborar com esse estudo.

A fundação araucária pela concessão da bolsa.

RESUMO

O manejo dos resíduos sólidos urbanos (RSU) constitui uma questão complexa, sob diferentes óticas, a ser equacionada no mundo inteiro, e, especialmente no Brasil, em que são grandes as disparidades socioeconômicas das municipalidades, tais dificuldades tornam-se ampliadas. Por vezes, os municípios investem recursos significativos do orçamento municipal na fase de manejo dos RSU. A coleta seletiva, uma das fases do manejo, além de contribuir para sustentabilidade urbana, insere-se como fonte de renda e inclusão social, aos trabalhadores da reciclagem, contribuindo na melhor gestão dos RSU e aumentando o mercado de venda dos materiais passíveis de reciclagem. O presente estudo teve como objetivo analisar a geração de RSU no município de Porto União/SC a partir de sua caracterização física. Para tal, os RSU provenientes da coleta convencional e dispostos no aterro sanitário municipal de Porto União/SC foram caracterizados e quantificados pela técnica do quarteamento, permitindo-se a elaboração de um diagnóstico da geração dos RSU no município, relacionando-se os resultados obtidos em função dos aspectos econômicos de comercialização dos materiais recicláveis. Os dados obtidos indicaram que a maior quantidade de resíduos gerados pelo município foi matéria orgânica. No entanto, o quantitativo de materiais recicláveis também foi considerado elevado. A partir da constatação da elevada quantidade de resíduos passíveis de reciclagem que atualmente são encaminhados ao aterro é possível concluir que a unidade de triagem do município perde material de venda, cerca de R\$ 2.100,00 por carga. Apesar disso, constatou-se que a unidade de triagem do município é muito eficiente no que tange à segregação dos materiais, sendo estes classificados em mais de 20 categorias, aumentando-se o potencial de mercado aos materiais vendidos separadamente. Os dados obtidos permitem a elaboração de um diagnóstico quanto à geração/gestão dos resíduos no município estudado, bem como seu melhor monitoramento, além de auxiliar os gestores na tomada de decisões. Os dados apontam, ainda, que o município tem potencial para aprimorar o programa de coleta seletiva e ampliar o atual mercado dos resíduos passíveis de reciclagem no município.

Palavras-chave: caracterização física; gestão de resíduos; resíduos sólidos urbanos (RSU)

ABSTRACT

Municipal solid waste (MSW) management constitutes a complex issue from different points of view, that needs to be addressed worldwide, and, especially in Brazil, that due the socioeconomic disparities between the cities are big, these issues become even more complex. Sometimes, cities invest significant resources from the municipal budget for the MSW management. The selective collection, one of the management phases, in addition to contributing to urban sustainability, is a source of income and social inclusion for recycling workers, contributing to a better MSW management and increasing the market value of materials that can be recycled. This study aimed to analyze the generation of MSW in the city of Porto União/SC from its physical characterization. The MSW from conventional collection that are disposed of in the municipal landfill of Porto União/SC were characterized and quantified by the quartering technique, allowing the elaboration of a diagnosis of MSW generation in the city, where the results were related to the economic aspects of the recycling market. The data obtained indicated that the largest amount of waste generated by the municipality was organic matter. However, the amount of recyclable materials was also considered high. Based on the observation of this high amount of waste that can be recycled, which is currently sent to the landfill, it is possible to conclude that the city's sorting unit loses sales material, around R\$ 2,000.00 per load. Despite this, it was found that the city's sorting unit is very efficient by segregating the materials, which are classified into more than 20 categories, increasing the market potential for materials sold separately. The data obtained allow the elaboration of a diagnosis regarding the generation and management of waste in the studied place, as well as its better monitoring, assisting the managers in their decision-making. The results also show that de city has a potential to improve the selective waste collection, making the recyclable material even more worthy.

Key words: Physical characterization; Wastes management; Municipal Solid Waste (MSW)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Classificação dos Resíduos Sólidos conforme sua origem	18
Figura 02 – Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos conforme os grupos de materiais que o compões	19
Figura 03 – Distribuição dos municípios com iniciativa de coleta seletiva no Brasil	23
Figura 04 – Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil por tipo de destinação	26
Figura 05 – Mapa de divisão setorial de coleta convencional de RSU do município de Porto União	33
Figura 06 – Monte de resíduos inicialmente depositados no aterro sanitário de Porto União/SC e misturados para posterior processos de amostragem	36
Figura 07 – Tambores utilizados para coleta inicial da amostra	37
Figura 08 – Resíduos depositados sobre a lona e as sacolas plásticas rasgadas manualmente	38
Figura 09 – Mistura dos resíduos sobre uma lona plástica para obtenção de uma amostra homogênea	38
Figura 10 – Mistura manual dos resíduos já fora das sacolas plásticas	39
Figura 11 – Amostra de resíduos sobre lona plástica para posterior início do quarteamento	39
Figura 12 – RSU divididos em quatro partes para posterior início do quarteamento	40
Figura 13 – Processo de quarteamento	40
Figura 14 – Esquema da metodologia utilizada para caracterização física dos RSU	41
Figura 15 – Material sendo segregado	44
Figura 16 – Material acondicionado em saco e pesado na balança	44
Figura 17 – Quantidade média de resíduos recicláveis por carga destinada ao aterro sanitário de Porto União/SC	50
Figura 18 – Principais resinas de plástico consumidas no Brasil (%)(2019)	51
Figura 19 – Tipo de papeis produzidos no Brasil	52
Figura 20 – Principais mercados consumidores, por resina plástica pós-consumo reciclada (%)	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dados geográficos e estatísticos do município de Porto União/SC	29
Tabela 02 – Faixa etária da população domiciliada em Porto União/SC	30
Tabela 03 – Indicadores de renda <i>per capita</i> média, pobreza e índice de Gini para o município de Porto União/SC	31
Tabela 04 – Coleta convencional dos RSU no município de Porto União/SC	34
Tabela 05 – Programação da caracterização dos RSU da coleta convencional dos resíduos dispostos em aterro sanitário do município de Porto União/SC	35
Tabela 06 – Classes de divisão dos RSU para triagem	43
Tabela 07 – Temperaturas médias nos dias de quarteamento dos RSU no aterro sanitário de Porto União/SC	45
Tabela 08 – Quantificação das massas das amostras coletadas e quarteadas, por setor e por estação	46
Tabela 09 – Caracterização física dos resíduos sólidos de Porto União/SC	47
Tabela 10 – Resíduos sólidos recicláveis encaminhados ao aterro sanitário de Porto União/SC e seu valor comercial	53
Tabela 11 – Valores de comercialização dos resíduos recicláveis nos meses de outubro e novembro de 2020 e abril de 2021	55

LISTA DE SIGLAS

ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem

EPS –

GWMO – Global Waste Management Outlook

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

NBR – Norma Brasileira

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEBD - Polietileno de Baixa Densidade

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PET – Polietileno Tereftalato

PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos

PMGIRS – Plano Municipal de Gerenciamento Integrados dos Resíduos Sólidos

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

PVC – Policloreto de Vinila

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. Histórico e problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU), um panorama mundial	15
3.2. Definição e Classificação dos RSU	16
3.3. Novas diretrizes a partir da Lei 12.305/2010	19
3.4. Gestão e Gerenciamento de RSU	20
3.5. Manejo: Sistema de Coleta e Transporte, Tratamento e Disposição Final dos RSU	21
3.5.1. Sistema de Coleta e Transporte.....	21
3.5.2. Tratamento dos RSU	24
3.5.3. Disposição Final dos RSU	25
3.6. Caracterização Física dos RSU	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1. Caracterização da Área de Estudo.....	28
4.2. Histórico do local	28
4.3. População Local	29
4.4. Distribuição de renda	31
4.5. Descrição da Pesquisa	32
4.5. Coleta convencional dos RSU	32
4.6. Caracterização física dos RSU	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1. Descrição da Amostra.....	45
5.2. Caracterização Física dos RSU	46
5.3. Resíduos recicláveis encaminhados ao aterro	49
6. CONCLUSÃO	56
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	57
REFERENCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos a problemática dos resíduos sólidos tem se intensificado com o avanço das tecnologias, o aumento do poder aquisitivo da população, a produção em massa e a diminuição de vida útil dos produtos, fatores que moldam um cenário preocupante.

Os hábitos de consumo da população também têm grande agravo nesse cenário, visto que a população mundial segue uma linha de consumo que não abre mão do supérfluo, fazendo uso de produtos descartáveis ou com baixa vida útil, que ligeiramente tornam-se inúteis para o consumo, gerando resíduos sólidos que, muitas vezes, não são destinados adequadamente e posteriormente são dispostos no meio ambiente sem critérios sanitários.

Quando os resíduos são geridos de maneira incorreta, encadeiam sérios agravos ao meio ambiente, podendo provocar contaminação da água, solo e ar. Partindo desse conceito, uma das problemáticas nos dias atuais consiste no aumento da geração de resíduos, com sérias consequências na sua coleta, transporte, tratamento e disposição final, tendo em vista a mitigação dos impactos causados. Esse impasse utiliza grande parcela de recursos financeiros, humanos e tecnológicos. Sendo assim, torna-se de fundamental importância a exigência de ações de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, levando em consideração a realidade de cada local.

A partir da publicação da Lei nº 12.305/2010, instituiu-se a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e consideráveis avanços ocorreram no cenário dos resíduos sólidos no Brasil, uma vez que a PNRS traz princípios e diretrizes que norteiam mudanças significativas no modo como o poder público, a iniciativa privada e a população devem realizar a gestão de seus resíduos. Além de apresentar o conceito da responsabilidade compartilhada e a relação entre essas esferas.

A PNRS prevê também a implementação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) que vem ao encontro dessa realidade quanto a gestão de resíduos, fazendo com que os municípios tenham maior controle e ferramentas no auxílio dessa difícil tarefa de gerir seus resíduos.

Sendo assim, para que haja uma gestão de resíduos sólidos efetiva e de qualidade os municípios devem conhecer a realidade local de geração dos seus resíduos, e isso ocorre a partir da caracterização física dos Resíduos Sólidos Urbanos

(RSU) encaminhados para disposição final em seus aterros sanitário. Esse conhecimento além de ser um instrumento essencial na gestão de resíduos auxilia também no conhecimento dos hábitos da população podendo ser útil na tomada de decisões futuras.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar a geração de resíduos sólidos urbanos no município de Porto União/SC a partir de sua caracterização física.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar caracterização física dos resíduos sólidos urbanos dispostos em aterro sanitário no município de Porto União/SC provenientes de coleta convencional;
- Quantificar os materiais recicláveis encaminhados ao aterro sanitário;
- Elaborar um diagnóstico da geração de RSU no município;
- Relacionar os resultados obtidos em função dos aspectos econômicos de comercialização dos materiais recicláveis.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Histórico e problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU), um panorama mundial

A relação do ser humano com o ecossistema tem provocado inúmeros problemas ao meio ambiente. Essa relação muda conforme a ocasião histórica, como nos períodos pré e pós-industrial. Após a revolução industrial, intensificaram-se os problemas relacionados à geração dos RSU e conseqüentemente sua gestão, visto que a fabricação e o maior consumo de produtos industrializados demandaram o crescimento da geração de resíduos em termos globais (JESUS; AZEVEDO, 2018).

A elevada geração de resíduos sólidos apresenta-se como uma questão relevante a ser equacionada pela sociedade atual, em razão de que muitos desses resíduos são destinados ao meio ambiente de maneira inadequada. Em muitas situações, a inexistência de um plano adequado de gestão dos RSU ocasiona a contaminação do solo, ar e dos lençóis freáticos, além de promover a propagação de vetores de diversas doenças (RIBEIRO *et al.*, 2011).

A Global Waste Management Outlook (GWMO) relata anualmente uma taxa global crescente de RSU por volta de dois bilhões de toneladas. Ademais, com o grande avanço no peso e volume, a constituição do perfil de geração dos RSU vem se tornando cada dia mais complexa. Tem-se reconhecido que esses dois cenários, composição e complexidade, dos RSU impulsionaram o desgaste da qualidade do ar, da água e da saúde pública, colaborando para as mudanças climáticas (UNEP, 2015).

Dessa forma, ações de saneamento ambiental tornam-se cada vez mais necessárias frente à um panorama mundial preocupante. É o que evidencia o chefe do Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU – Habitat), Maimunah Sharif, na nota pelo Dia Mundial do Habitat, em 01 de outubro de 2018, ao manifestar-se que, anualmente, são gerados mais de dois bilhões de toneladas de resíduos sólidos no mundo, que “99% dos produtos que compramos são jogados fora dentro de seis meses”, e que “para acomodar os 7,6 bilhões de moradores do mundo, suprir o uso de recursos e absorver o lixo gerado, seria necessário 70% de outro planeta Terra” (ONU, 2018, p.1).

Os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) produzem em média cerca de 2,20 kg, *per capita*, diariamente. Destoando de

países como a África, que gera cerca de 0,65 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, ao passo que os países da América Latina e do Leste Asiático, incluindo a China, geram uma média de 1,11 kg. hab⁻¹.dia⁻¹. A divergência também ocorre na destinação dos resíduos, sendo que os países da OCDE destinam 100% dos resíduos com algum manejo e desse montante cerca de 22% para reciclagem. Em contrapartida, países como aqueles pertencentes ao continente africano, destinam apenas 9% dos resíduos adequadamente (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

No Brasil, os RSU configuram atualmente uma significativa preocupação quanto ao meio ambiente (NASCIMENTO *et al.*, 2019). No ano de 2018 foram gerados cerca de 79 milhões de toneladas. Desse montante foram coletados 72,7 milhões de toneladas, caracterizando uma taxa de cobertura de 92%, e apenas 59,5% dos RSU tiveram destinação adequada em aterros sanitários (ABRELPE, 2019).

3.2. Definição e Classificação dos RSU

Muitos autores definem resíduos sólidos como sendo todo material resultante da ação humana ou industrial, que não possui mais utilidade, serventia e seja algo indesejável para o seu gerador.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a partir da NBR 10.004 que trata da classificação dos resíduos sólidos, apresenta a definição:

Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam das atividades da comunidade 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 de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.1).

A Lei 12.305 de 2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira, definiu resíduos sólidos como sendo:

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, p. 1).

Nessa mesma lei ocorre o avanço, aprimoramento e a atualização dos conceitos e diretrizes acerca dos RSU. Apresentando também a definição de rejeito como:

Resíduo sólido que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, p. 1).

Alguns especialistas indicam o uso da terminologia resíduo ao invés de “lixo”, uma vez que o último incitaria o conceito de algo que não serviria mais para nenhum tipo de uso, ao passo que o termo resíduo sugere a perspectiva e interpretação de algo que, oriundo de residual, e que seria capaz de ser usado novamente para outros fins (BERTO, 2018).

Segundo a NBR 10 004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos podem ser classificados conforme sua periculosidade:

I. Resíduos classe I – Perigosos – São todos aqueles que apontam em suas características a periculosidade, melhor dizendo, que apresentam características de acordo com suas condicionantes físicas, químicas ou infectocontagiosas, que possam identificar risco à saúde pública, acarretando incidência de doenças ou mortalidade e risco ao meio ambiente no qual o resíduo tenha sido gerenciado de maneira inadequada.

Os resíduos Classe I também podem ser caracterizados segundo a sua inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

II. Resíduos classe II – Não Perigosos – Esses resíduos são subdivididos em duas classes, sendo elas Classe II A e Classe II B;

a. Classe II A – Não Inertes – São todos aqueles resíduos que não enquadrados nas Classes I e II B e podem identificar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

b. Classe II B – Inertes – São todos aqueles resíduos sujeitos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, conforme ABNT – NBR 10 006 (2004) e não apresentaram nenhum de seus constituintes solubilizados, conforme os padrões desta Norma.

Os RSU também podem ser classificados a partir da sua origem, conforme mostra a Figura 01.

FIGURA 01 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS CONFORME SUA ORIGEM



FONTE: O autor (2021).

É relevante ressaltar que são considerados RSU aqueles de origem doméstica – que são gerados nas residências – e os de origem pública – que são os resíduos de limpeza pública e de varrição.

Os RSU podem ainda ser classificados a partir dos materiais que os compõe, como mostra a Figura 02.

FIGURA 02 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS CONFORME OS GRUPOS DE MATERIAIS QUE O COMPÕE



FONTE: O autor (2021).

3.3. Novas diretrizes a partir da Lei 12.305/2010

No Brasil, com o intuito de promover mudanças no contexto da problemática dos resíduos sólidos, surgiram muitas discussões que resultaram na aprovação da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 que instituiu a PNRS, regulamentada pelo Decreto nº 7.404, alterando a Lei nº 9.605.

Após um longo período de tramitação, por mais de vinte anos no Congresso Nacional, foi publicada a PNRS que abrange o poder público, setor produtivo e o consumidor, fazendo com que todos os responsáveis façam parte da gestão de resíduos sólidos (OLIVEIRA; VALÉRIO FILHO; MENDES, 2019).

O art. 9º da PNRS dispõe sobre o arranjo prioritário que deve ser empregado na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, sendo respectivamente: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a).

A partir disso, a PNRS prediz a implantação do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) que deve, sempre que possível, ocorrer “por meio de consórcios intermunicipais, inclusão social de catadores de resíduos recicláveis, realização de projetos de educação ambiental, além de outras propostas de caráter socioambiental” (ONOFRE *et al.*, 2014, p. 5), do mesmo modo

que a concepção de aterros sanitários municipais para disposição final dos resíduos sólidos gerados pelos municípios (JESUS; AZEVEDO, 2018).

O estímulo aos municípios quanto à conformidade em relação à PNRS é de grande importância, uma vez que os gestores possuem dever com a efetividade do PMGIRS e responsabilidade compartilhada como estabelece o art. 1º da lei:

[...] a Política Nacional de Resíduos sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010, p. 1).

Vindo ao encontro desse estímulo, o art. 18º estabelece as diretrizes para a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o qual descreve que o PMGIRS é condicionante para que os municípios e o Distrito Federal possam obter acesso aos recursos fornecidos pela União (BRASIL, 2010a).

Ainda, em relação ao que diz respeito ao acesso aos recursos da União a PNRS, dispõe o § 1º do art. 18 que será priorizado o município que em seu PMGIRS implantar a coleta seletiva. Bem como, em seu art. 3º estabelece que a única forma de disposição final ambientalmente adequada de rejeitos é em aterro sanitário.

3.4. Gestão e Gerenciamento de RSU

Segundo o art. 3º da PNRS, a gestão integrada de resíduos sólidos é definida como: “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa de desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010a, p. 2).

E define gerenciamento de resíduos sólidos como sendo:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com o plano municipal de gestão integrada dos resíduos sólidos ou com o plano de gerenciamento dos resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010a, p. 1).

Observa-se que a gestão de resíduos sólidos engloba o delineamento das ações do gerenciamento (BERTO, 2018). Todo o eixo filosófico e legal que amparam

a busca pela diminuição, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos. Para que a gestão dos resíduos sólidos possa atender os aspectos de saúde, educação, econômico, social e meio ambiente, a mesma deve ser integrada com os pontos que norteiam esse cenário (BRASIL, 2010a).

Para tratar os principais problemas na gestão e gerenciamento de resíduos é necessário que haja engajamento e participação efetiva por parte da população. Promovendo a redução nos descartes e a segregação corretas dos resíduos, a fim de obter uma menor quantidade possível disposta em aterro sanitário (FRESCA, 2007).

Porém, segundo as informações publicadas pelo IBGE (2013) por meio da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), mesmo depois da PNRS, apenas 1.865, dos 5.570 municípios brasileiros apresentavam o PMGIRS, o que representa 33,5% da população.

A gestão e o gerenciamento de resíduos é uma questão complicada, uma vez que a determinação de prioridade representa um grande obstáculo para os municípios. Considerando o difícil dever de instruir os sujeitos no planejamento e gestão dos resíduos sólidos com o engajamento de princípios ambientais corretos (OLIVEIRA; VALÉRIO FILHO; MENDES, 2019)

3.5. Manejo: Sistema de Coleta e Transporte, Tratamento e Disposição Final dos RSU

3.5.1. Sistema de Coleta e Transporte

Coleta e Transporte, segundo a definição apresentada pela NBR 12.980 (ABNT, 1993), é “o ato de recolher e transportar resíduos de qualquer natureza, utilizando veículos e equipamentos para tal fim”.

Dessa forma, por definição, a coleta e o transporte dos RSU é a retirada do resíduo acondicionado primeiramente em local determinado até o local de tratamento ou disposição final. Nesse meio tempo essa coleta pode se suceder de duas formas: convencional ou seletiva.

Habitualmente a coleta convencional ocorre a partir da coleta porta-a-porta dos resíduos sólidos em que veículos coletores, na maior parte das vezes um caminhão compactador, percorrem todas as residências coletando os resíduos sem segregação. Em seguida, os resíduos coletados são alocados à área de disposição final para serem

aterros. Segundo a lei 12.305/10 a única forma ambientalmente adequada de disposição final são os aterros sanitários.

De acordo com o PNRS (BRASIL, 2010), a coleta seletiva é a coleta que ocorre a partir dos resíduos previamente segregados, levando em consideração a sua constituição ou composição. A coleta seletiva tem características distintas variando de acordo com as necessidades de cada município, sendo que usualmente ela pode ocorrer de três formas: a coleta porta-a-porta disponibilizada pelo município, a coleta por meio dos catadores de recicláveis e a coleta diretamente dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs).

A coleta seletiva porta-a-porta é similar ao que ocorre na coleta convencional, uma vez que esse sistema de coleta abrange o atendimento em todas as casas coletando os resíduos recicláveis. O que difere da coleta convencional é que os caminhões da coleta seletiva não são do tipo compactadores e ela deve ocorrer em dias e horários distintos aos da coleta convencional, exceto em bairros em que a demanda seja maior.

A coleta realizada pelos catadores de material reciclável ocorre em locais onde não há a coleta seletiva pelo município. Dessa forma, a demanda é atendida de maneira informal por meio dos catadores.

Há muito tempo no Brasil, bem como em outros países em desenvolvimento, a coleta seletiva vem sendo sustentada pelo trabalho informal desses catadores, que tem como principal intuito a catação para posterior comercialização desses produtos, calcula-se que no Brasil existem em torno de 800 mil catadores. O benefício que o trabalho dos catadores proporciona ao sistema de coleta seletiva municipal é grande, na maioria das vezes suprem as demandas não atendidas pelo poder público municipal (CEMPRE, 2018).

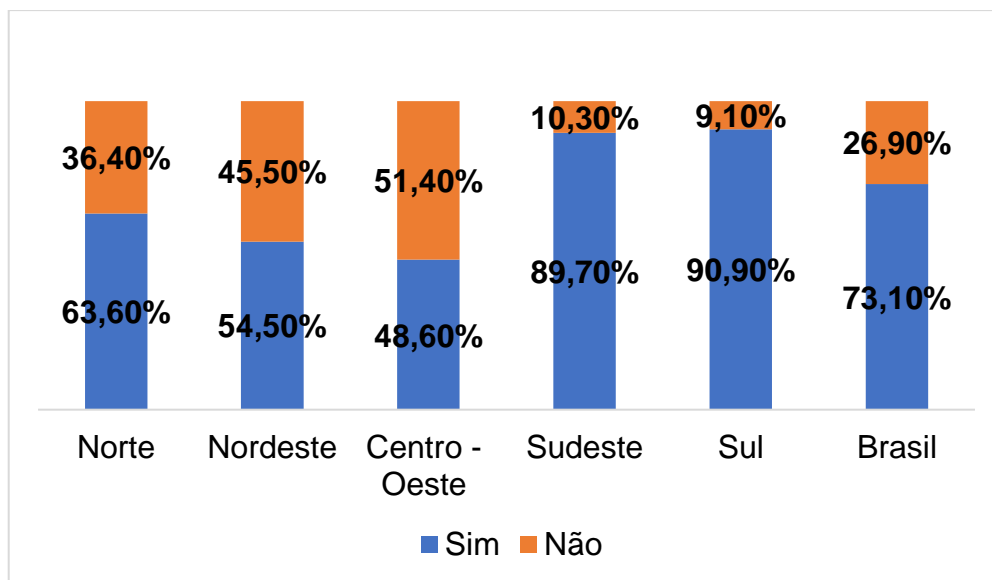
Já a coleta realizada por meio dos PEVs são pontos previamente fixados, onde depende do auxílio da população para levar os materiais até os pontos, normalmente os resíduos são segregados de maneira mais apropriada, de acordo com a resolução CONAMA 275/01.

Os resíduos usualmente são separados em seco e úmido. Os resíduos secos são os materiais possíveis de reciclagem destinados a coleta seletiva, e o úmido a matéria orgânica geralmente descartada junto com a coleta convencional.

Para obter uma coleta seletiva efetiva, ela tem que pertencer de forma integrada a gestão e gerenciamento dos RSU do município, bem como deve complementar à coleta convencional.

A PNRS, desde de 2010, prevê a obrigatoriedade dos municípios brasileiros a em terem o sistema de coleta seletiva para a efetividade e uma boa gestão dos seus resíduos. A ABRELPE (2019) relata em seu panorama anual um dado de iniciativa a coleta seletiva e com o passar dos anos o número de municípios que apresenta essa iniciativa vem crescendo. Na Figura 03 é possível observar esses dados de iniciativa de coleta seletiva do ano de 2019 comparados com todas as regiões do Brasil.

FIGURA 03 – DISTRIBUIÇÃO DOS MUNICÍPIOS COM INICIATIVA DE COLETA SELETIVA NO BRASIL



FONTE: ABRELPE (2019).

Na Figura 03 é possível observar que mais de 70% dos municípios brasileiros possuem iniciativa de coleta seletiva e seu melhor indicativo encontra-se na região sul. Porém, esse número é pouco significativo, uma que vez que o município não precisa abranger todo o território para entrar nessa estatística.

Quanto ao que diz respeito ao transporte desses materiais, esse pode ser realizado de diversas formas conforme o tipo de resíduo, quantidade, custo de operação, manutenção e dos equipamentos, densidade populacional entre outros. Usualmente realizado por um caminhão tipo baú, mas também podendo ser com carrinhos manuais quando se trata dos catadores de rua.

O encargo da coleta, tanto convencional quanto seletiva, do tratamento, da destinação e disposição final dos resíduos sólidos municipais é por parte do poder público municipal. Com o passar dos anos e com o lançamento da PNRS vem aos poucos se adequando.

3.5.2. Tratamento dos RSU

O tratamento dos RSU pode ser realizado de várias formas, levando em conta a quantidade de resíduos gerados, a viabilidade econômica e social, entre outros. No entanto, os mais utilizados são a reciclagem, a compostagem e incineração.

Segundo o CEMPRE, Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado, 2018, p. 77, reciclagem é “o resultado de uma série de atividades, pela qual, materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos”. De acordo com o mesmo manual publicado pelo CEMPRE (2018), a reciclagem pode oferecer vários benefícios se implantada corretamente. Como por exemplo, a diminuição da quantidade de lixo a ser aterrada, conseqüentemente ocasionando o prolongamento da vida útil do aterro sanitário, preservando os recursos naturais, a economia de energia, e diminuindo os impactos ambientais, gerando novos negócios e empregos diretos e indiretos.

Em geral, a reciclagem é um meio de diminuir o valor do custo de produção de novas embalagens e produtos. Quando há o uso de matéria-prima secundária ocorre a redução do uso direto de matéria-prima primária, dessa forma, reduz o consumo de água, energia e despesas com questões ambientais de problemas futuros com o uso de material extraído da natureza (CONKE, 2018).

Sendo assim, a reciclagem é um instrumento aliado a eficácia da gestão ambiental, mas antes de ser implantado deve-se ter conhecimento das tecnologias disponíveis e o valor de mercado de cada material (FRESCA, 2007).

A compostagem é um processo biológico que ocorre com base na decomposição da matéria orgânica por ação microbiológica que reciclam esses resíduos de origem animal ou vegetal (SERRANO *et al.*, 2020). Segundo Otenio *et al.* (2010), a compostagem, se bem executada, não causa poluição na água ou no solo, extermina os agentes patogênicos, além de poder ser realizada durante o ano todo gerando um rico bio-composto para utilização no solo.

O maior benefício da compostagem está na redução de cerca de 50% do volume de resíduos dispostos em aterro, o que acarreta na economia do aterro, que conseqüentemente prolonga sua vida útil. O aproveitamento agrícola de matéria orgânica, reciclagem de nutrientes para o solo, processo ambientalmente seguro, elimina patógenos e gera economia no tratamento de efluentes (CEMPRE, 2018).

Apesar de ser um método de reaproveitamento muito atrativo, a compostagem ainda possui pouca aderência por parte da população, pois é uma prática que demanda cuidados e um mínimo de conhecimento técnico para que o composto seja efetivo.

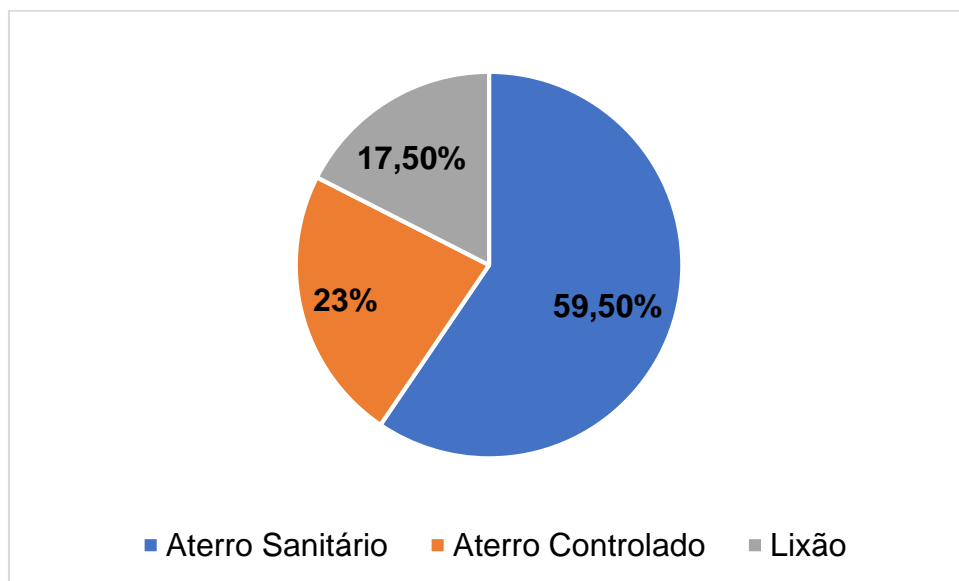
A incineração é um método de tratamento térmico de resíduos que compreende a combustão das substâncias orgânicas contidas nos resíduos, ocasionando à diminuição de volume e de massa, em cerca de 85 a 90% do volume original (GEHM e CANHA, 2019).

A desvantagem da incineração se refere ao alto custo de implementação e operação, pois o processo a exige mão-de-obra qualificada que garanta a qualidade da operação, além de gerarem compostos tóxicos e corrosivos dependendo de sua composição. No entanto, se bem empregada, a incineração reduz drasticamente a massa e volume a serem descartados, proporciona a recuperação de energia para geração de energia elétrica e/ou vapor d'água, reduz o impacto ao meio ambiente, esteriliza os resíduos destruindo bactérias e vírus presentes nos resíduos, e proporciona a desintoxicação (CEMPRE, 2018).

3.5.3. Disposição Final dos RSU

No Brasil existiam diversas formas de aterramento como método de disposição final para os RSU, como vazadouro a céu aberto, aterro controlado e aterro sanitário. Porém, desde 2010 com a implementação da PNRS e o único método ambientalmente correto para disposição de RSU é o aterro sanitário, pois atende os normas operacionais específicas e evita danos ou riscos à saúde pública e à segurança, visando também reduzir os impactos ambientais. Na Figura 04 é possível observar os dados do panorama publicado pela ABRELPE sobre as disposições finais presentes no Brasil em 2019.

FIGURA 04 – DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL POR TIPO DE DESTINAÇÃO



Fonte: ABRELPE (2019).

Os vazadouros a céu aberto, também denominados de lixões, ainda representam cerca de 17,5% da disposição de RSU no Brasil, e se somados aos índices de aterro controlado representam um total de 40,5% dos RSU dispostos de maneira inadequada (ABRELPE, 2019).

Um dos principais problemas decorrentes do descarte de resíduo incorreto em lixões e aterros controlados é a proliferação de vetores, como moscas, ratos, baratas, entre outros, que podem adquirir e transmitir doenças contagiosas aos seres humanos. O não tratamento do chorume e o descarte dos resíduos diretamente no solo podem refletir risco à saúde dos trabalhadores do local e de toda a população.

Em contrapartida, o aterro sanitário, se bem operado, pode sanar todos os problemas citados anteriormente causados pelo lixão e pelo aterro controlado, pois o aterro sanitário possui estrutura com controles técnicos e operacionais, que possibilitam que os resíduos e os efluentes líquidos e gasosos não provoquem prejuízos ao meio ambiente e a saúde pública (BRASIL, 2010). Entretanto, para que isso aconteça, o aterro sanitário deve ser projetado dentro das normas técnicas e legislações vigentes. Desde a localização, projeto, instalação, operação e monitoramento.

Dessa forma, o aterro sanitário como forma de disposição final dos resíduos é visto como propício da perspectiva sanitária, pois apresenta tratamento adequado do

chorume e da emissão de gases, bem como o recobrimento diário dos resíduos após o aterramento, da mesma maneira que a impermeabilização do solo durante o processo de instalação.

Para ocorrer uma boa gestão e gerenciamento dos RSU nos municípios, antes de tudo, se faz necessário tomar conhecimento do que é gerado. Dessa forma, a caracterização física dos RSU é muito importante.

3.6. Caracterização Física dos RSU

A caracterização física dos RSU é de grande relevância, visto que permite a investigação e o conhecimento dos materiais presentes nos resíduos gerados por uma população. A caracterização física orienta quanto à disposição e determinação do sistema mais apropriado para o tratamento e disposição, possibilitando dessa forma, mensurar quanto a viabilidade do mesmo, no planejamento da limpeza urbana e demais tomadas de decisões municipais (FRESCA, 2007)

A NBR 10.007 define a caracterização como “a determinação dos constituintes e de suas respectivas porcentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico” (ABNT, 2004).

A caracterização dos resíduos de um determinado local ou mensuração da composição física dos RSU gerados por um grupo de pessoas não é uma tarefa fácil, uma vez que necessita de um número significativo de amostras para que seja representativo. Dependendo de vários outros aspectos, consistindo em um trabalho de fundamental importância para qualquer proposta na área de gestão dos resíduos sólidos.

A composição dos RSU varia de acordo com o perfil da população. Essa variação ocorre em decorrência das características socioeconômicas da população, do clima local, das estações do ano, da eficiência do sistema de coleta, do tipo e da frequência de coleta, dos hábitos e costumes da população, do grau de desenvolvimento populacional, do grau de industrialização, do nível educacional, do número de habitantes, da sazonalidade, entre outros aspectos que o município possa apresentar (SARTORI, 1995). Além disso, outro aspecto que costuma surtir alteração na geração de RSU é o dia da semana, sendo nas férias e finais de semana os maiores os volumes de resíduos registrados.

De acordo com CEMPRE – Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado, 2018, p. 30 e 31, “o gerenciamento integrado do lixo municipal deve começar pelo conhecimento de todas as características deste, pois vários fatores influenciam neste aspecto”, evidenciando: número de habitantes por município, poder aquisitivo da população, condições climáticas, hábitos e costumes da população e nível educacional.

Sendo assim, o conhecimento da geração de RSU possibilita gerar um suporte de dados que auxiliará nas tomadas de decisões referentes a gestão e ao gerenciamento dos RSU no município. No presente estudo, o município de Porto União/SC foi selecionado para realização da pesquisa.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Caracterização da Área de Estudo

O município de Porto União está localizado na região do planalto norte catarinense, a aproximadamente 430 km da capital Florianópolis e possui uma área de 848,8 km². Faz divisa com sete municípios, sendo eles, ao norte: União da Vitória/PR e Paula Freitas/PR, ao sul: Matos Costa/SC e Timbó Grande/SC, a leste: Irineópolis/SC e a oeste: Porto Vitória/PR e General Carneiro/PR.

O município de Porto União/SC encontra-se separado do município de União da Vitória/PR apenas por uma linha férrea e pelo Rio Iguaçu, as duas cidades juntas compõem um núcleo urbano de aproximadamente 91.695, sendo chamadas de “Gêmeas do Iguaçu”. O município faz parte da bacia do Rio Iguaçu e dos seus afluentes Jangada, Timbó, dos Pardos, Bonito e Tamanduá.

O clima do município é classificado como mesotérmico úmido, e possui temperaturas médias em torno de 17°C e precipitação anual de aproximadamente 1400 milímetros (IBGE, 2010).

4.2. Histórico do local

Segundo a Prefeitura de Porto União (2014), o município de Porto União foi considerado, em 1842, como povoado, a partir da descoberta do Vau no Rio Iguaçu. Lugar esse que, por causa da baixa profundidade do rio, possibilitou as passagens

das tropas que vinham de Palmas. Esse lugar serviu também como ponto de embarque e desembarque no Rio Iguaçu para quem o utilizava como meio de transporte. A partir dessa prática nasceu o primeiro nome Porto da União.

Em 1855, o povoado de Porto da União cresceu e teve seu nome modificado pela primeira vez para Porto União da Vitória. Em 1880, o Coronel Amazonas Marcondes, veio de Palmas para se firmar no comércio, com a comercialização de sal. No ano de 1881 teve início as navegações a vapor no Rio Iguaçu, dessa vez com o transporte de carga e de passageiros (IBGE, 2010).

No ano de 1886, chegam ao povoado os primeiros colonos europeus, a maior parte deles de origem alemã, e mais tarde os de outras etnias como poloneses, ucranianos, austríacos e russos e no início do século XX aportam os libaneses (IBGE, 2017).

No ano de 1901, após a cidade se desenvolver, foi criado o município de União da Vitória. A partir disso, entre 1912 e 1916, aconteceu a Guerra do Contestado e em 5 de setembro de 1917 é criado o município de Porto União pertencente ao lado catarinense, separando-se de União da Vitória que integra o lado paranaense.

4.3. População Local

Com o intuito de abranger maior conhecimento sobre o município de Porto União, evidencia-se a seguir alguns aspectos sobre a população local. Segundo o último censo realizado pelo IBGE (2010), a população do município é de 33.493 habitantes. As estimativas para o ano de 2019 aumenta a população em quase 2 mil habitantes, estimando o número de 35.398 habitantes para o município de Porto União. Na Tabela 01 é possível observar as características dos dados geográficos do município.

TABELA 01 – DADOS GEOGRÁFICOS E ESTATÍSTICOS DO MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO/SC

Dados	Valor	Unidade
Área territorial	848,779	Km ²
População Total	33.493	Habitantes
População residente em área urbana	28.266	Habitantes
População residente em área rural	5.227	Habitantes
Taxa de crescimento demográfico anual	0,63	% a.a.
Número de domiciliados em área urbana	8.815	Domicílios
Número de domiciliados em área rural	1.604	Domicílios

FONTE: IBGE (2010).

A maior parte dos munícipes residem em área urbana, sendo eles 84,3% e os residentes em área rural representam 15,7% da população. Esse percentual atesta a característica dos municípios no Brasil que possuem maior concentração em área urbana.

Com o passar dos anos a taxa de crescimento demográfico vem caindo no Brasil. Isso tem relação com o crescimento da urbanização, a industrialização e o estímulo à redução de natalidade (FRESCA, 2007). Diante disso, a realidade do município de Porto União não difere do resto do país, pois possui uma taxa de crescimento demográfico de 0,63 % a.a. Na Tabela 02, evidencia-se a faixa etária da população que reside no município de Porto União/SC.

TABELA 02 – FAIXA ETÁRIA DA POPULAÇÃO DOMICILIADA EM PORTO UNIÃO/SC

Faixa etária	População				% total
	Feminino	Nº de habitantes %	Masculino	%	
0 a 4 anos	1.092	3,26	1.230	3,67	6,93
5 a 9 anos	1.301	3,88	1.314	3,92	7,81
10 a 14 anos	1.444	4,31	1.525	4,55	8,86
15 a 19 anos	1.477	4,41	1.420	4,24	8,65
20 a 24 anos	1.367	4,08	1.420	4,24	8,32
25 a 29 anos	1.272	3,80	1.264	3,77	7,57
30 a 39 anos	2.530	7,55	2.452	7,32	14,87
40 a 49 anos	2.396	7,15	2.313	6,91	14,06
50 a 59 anos	1.832	5,47	1.703	5,08	10,55
60 a 69 anos	1.150	3,43	1.092	3,26	6,69
70 anos ou mais	1.184	3,54	715	2,13	5,67

FONTE: IBGE (2010).

Pode-se observar que apenas 12,36% da população do município tem idade superior a 60 anos e que, aproximadamente, 63% da população tem idade inferior a 40 anos. Pode-se notar também que aproximadamente 65,5% da população tem idade entre 18 e 70 anos, idade economicamente ativa, demonstrando desse modo elevado número de mão-de-obra.

Já a porcentagem de habitantes dividida entre homens e mulheres é muito parecida no município, mas a porcentagem de mulheres é um pouco superior. Sendo aproximadamente 51%, enquanto a masculina é de aproximadamente 49%.

4.4. Distribuição de renda

Segundo Philipp Jr., Sampaio e Fernandes (2012), o crescimento na geração de resíduos deve-se ao fácil acesso a diversos produtos e a redução de vida útil dos materiais, estabelecida pelo aumento do poder aquisitivo da população, pelo contínuo aprimoramento tecnológico, o que leva ao descarte precoce de uma maior quantidade de objetos.

O volume e a composição dos RSU são diretamente ligados a renda, sendo assim necessário analisar a distribuição espacial de renda no município de Porto União/SC. Segundo Fresca (2007), quando se fala em distribuição de renda, são normalmente usados para montar o perfil básico três indicadores, sendo eles o de renda *per capita* média, proporção de pobres e o índice de Gini.

A renda *per capita* média proporciona um panorama da distribuição aproximada de riqueza da população residente no município. A proporção de pobres aponta uma apuração do indicador de renda *per capita* média, pois indica a proporção de habitantes com renda inferior a R\$ 522,50, que representa a metade do salário mínimo vigente em junho de 2020. Por fim, o índice de Gini propicia a avaliação da desigualdade da apropriação de renda, de maneira que, quando mais próximo de zero foi o índice, menor será a desigualdade e quando mais próximo de um, maior será a desigualdade local. Na Tabela 03 apresentam-se os dados dos indicadores citados anteriormente.

TABELA 03 – INDICADORES DE RENDA *PER CAPITA* MÉDIA, POBREZA E ÍNDICE DE GINI PARA O MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO/SC

	Censo 2010
Renda <i>per capita</i> média (2 salários) (RS)	558,33
Incidência de pobreza (%)	31,29
Índice de Gini	0,36

FONTE: IBGE (2010).

A média de renda da população empregada em Porto União/SC é de dois salários mínimos, já a renda *per capita* média é de R\$ 588,33. A incidência de pobreza é de 31,29% e o índice de Gini de 0,36% é baixo, se comparado ao do Brasil, que é de 0,55%.

4.5. Descrição da Pesquisa

A presente pesquisa possui caráter descritivo e exploratório.

A pesquisa descritiva tem como objetivo apresentar as características de uma população ou fenômeno, entretanto, não abrange a explicação de tal fenômeno (VERGARA, 2000). Já a pesquisa exploratória visa tomar maior conhecimento sobre o problema em questão, na procura por maior entendimento sobre determinado assunto (GIL, 2010). Normalmente, as duas formas são utilizadas juntas para identificar situações, avaliar alternativas ou obter novas ideias (ZIKMUND, 2000).

A presente pesquisa foi realizada a partir de uma análise documental de dados pré-existentes no município de Porto União/ SC, no que tange à origem e composição dos resíduos sólidos urbanos, associados à sua caracterização física, bem como disposição final no aterro municipal.

Foi realizada a quantificação dos materiais recicláveis encaminhados ao aterro sanitário, bem como elaborado um diagnóstico da geração de RSU no município de Porto União/SC. Posteriormente, relacionaram-se os resultados obtidos em função dos aspectos econômicos de comercialização dos materiais recicláveis, e dessa forma obteve-se o perfil de geração de RSU no município de Porto União/SC.

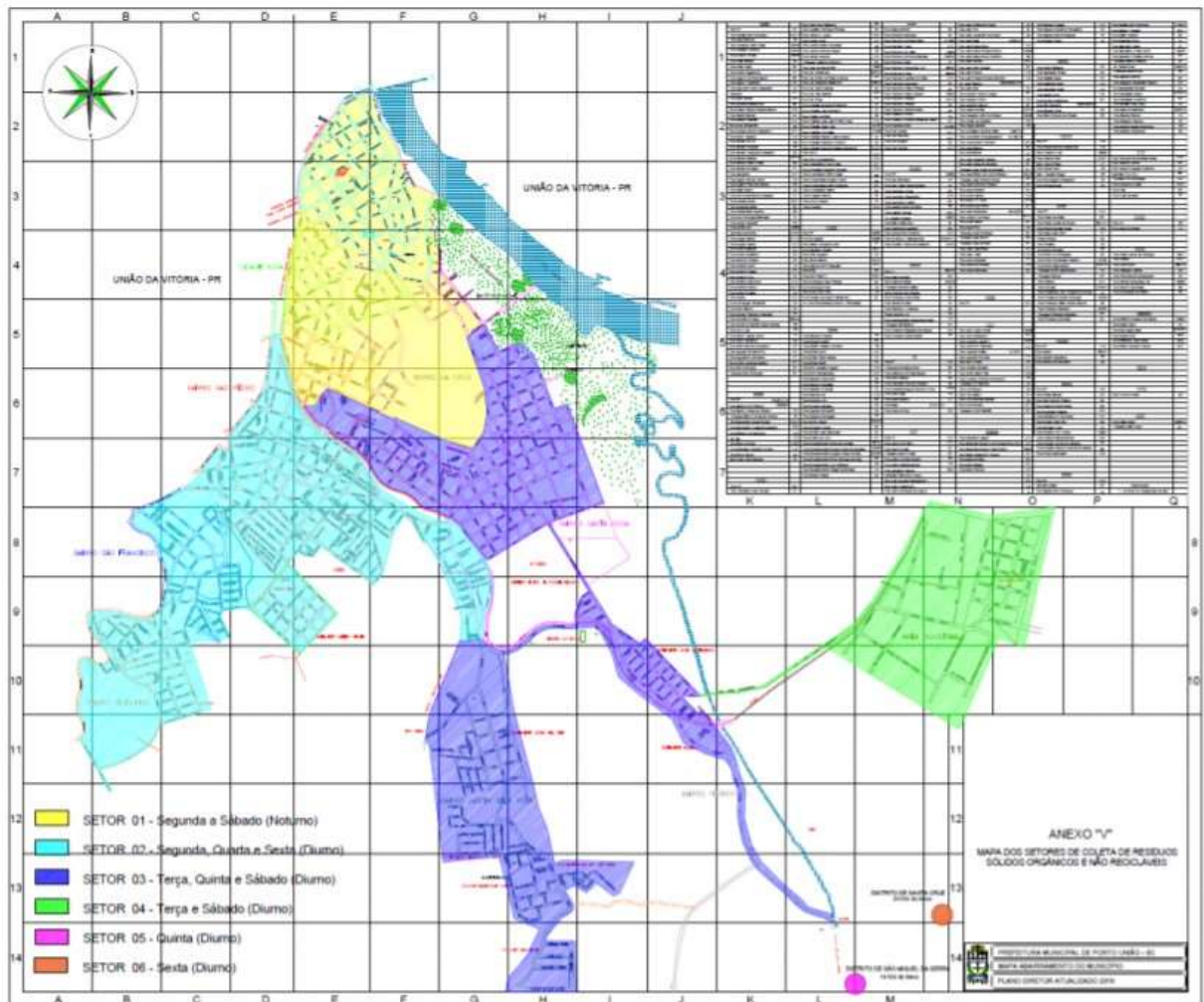
4.5. Coleta convencional dos RSU

O sistema de coleta convencional de RSU do município de Porto União/SC é operado pela empresa Ecovale Tratamento de Resíduos Urbanos. O caminhão utilizado para a realização da coleta convencional no município é caminhão compactador do tipo toco com volume de 15 m³ e taxa de compactação de 3/1.

O município é dividido em quatro setores que abrangem em totalidade a área urbana e parcialmente a área rural. Esses setores foram assim definidos por causa da logística de rota e conforme a necessidade de periodicidade de coleta, uma vez que os bairros que geram mais resíduos, como o bairro centro por exemplo, necessitam de coleta diariamente.

Na Figura 05 é possível observar o mapa do município com as divisões setoriais de coleta convencional dos RSU.

FIGURA 05 – MAPA DE DIVISÃO SETORIAL DE COLETA CONVENCIONAL DE RSU DO MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO



FONTE: Prefeitura municipal de Porto União (2019).

A divisão setorial do município é apresentada na Tabela 04.

TABELA 04 – INDICAÇÃO DOS SETORES DA COLETA CONVENCIONAL DOS RSU NO MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO/SC

Setor	Bairro	Coleta	
		Frequência	Turno
1	Centro, Cidade Nova (parcialmente) e Morro da Cruz	Diariamente (de seg. à sab.)	Noturno
2	São Pedro, Vice King, Jardim Brasília e Cidade Nova (parcialmente)	Três vezes na semana	Diurno
3	Santa Rosa, Pintado, Área Industrial, Bela Vista, São Bernardo do Campo e Conjunto Porto União	Três vezes por semana	Diurno
4	Distrito de Santa Cruz e São Miguel da Serra e Zona Rural (parcialmente)	Duas vezes por semana	Diurno

FONTE: O autor (2019).

4.6. Caracterização física dos RSU

Quando há necessidade de conhecer o perfil de geração de RSU de uma população ou ainda dimensionar e tomar decisões referentes a essa problemática, a caracterização dos RSU é de grande importância, uma vez que permite a apuração dos materiais presentes nos resíduos gerados, propiciando compreender sobre a viabilidade da instituição da coleta seletiva, a equipe necessária, dimensionamento e aquisição dos veículos necessários, determinação das dimensões das instalações para triagem e reciclagem, compostagem e destinação ambientalmente adequada dos RSU (FERNANDO e LIMA, 2012).

Para uma caracterização física efetiva, é necessário determinar o número total de amostras, onde e como coletá-las. Primeiramente são estudados dados relativos ao sistema de limpeza pública, por exemplo, quantidade de resíduos gerada, número de setores de coleta, periodicidade da coleta, aspectos dos veículos de coleta (tipo, número, capacidade, entre outros), distanciamento entre os locais de tratamento e o local de disposição final (CEMPRE, 2018).

Na amostragem, com o intuito de obter uma amostra representativa do todo e condizente com a realidade local e da população geradora, foram empregados os quatro setores do município.

As coletas das amostras foram divididas em duas etapas.

Considerando o aspecto da sazonalidade, a proposta inicial era realizar uma amostragem em cada setor no período de inverno e uma amostragem em cada setor

no período de verão. Sendo assim, seriam realizadas oito amostragens ao todo, porém, devido à pandemia de COVID-19 não foi possível realizar as oito amostragens, pelas medidas restritivas impostas.

Assim, foi realizada uma amostragem piloto e mais outras seis amostragens, sendo quatro delas no período de inverno, entre os meses de setembro e outubro de 2019 e outras duas no período de verão, nos meses de fevereiro e março de 2020, com o intuito de avaliar possíveis divergências significativas na geração de RSU encaminhados ao aterro sanitário do município em decorrência da sazonalidade.

Na tabela 05 são apresentados os dias de caracterização realizada em cada setor do município de Porto União.

TABELA 05 – PROGRAMAÇÃO DA CARACTERIZAÇÃO DOS RSU DA COLETA CONVENCIONAL DOS RESÍDUOS DISPOSTOS EM ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO/ SC

Setor	Data	Turno
Piloto (Setor 0)	04/09/2019	Tarde
1	17/09/2019	Tarde
2	18/09/2019	Manhã
3	04/10/2019	Manhã
4	09/10/2019	Tarde
1	26/02/2020	Tarde
2	20/03/2020	Tarde

FONTE: O autor (2019).

Após determinados os dias de coleta em cada setor, a carga do caminhão que realizou a coleta no setor foi segregada em uma área previamente estabelecida no aterro do município. Essa área foi preparada para receber a amostra, escolhendo um lugar plano, onde foi coberto por uma lona para que a amostra dos resíduos não tivesse contato com o solo e perdesse nada do material.

Salienta-se que o aterro do município de Porto União/SC não possui energia elétrica. Dessa forma, as cargas dos caminhões com RSU eram pesadas em um local licitado pelo município antes de chegarem até o aterro sanitário, o peso da carga do caminhão era anotado, assim como, a temperatura ambiente e o setor em questão para realização da caracterização física.

Por se tratar de um volume grande de resíduos produzidos em cada setor, foi necessário a utilização de um procedimento para obtenção de uma amostra significativa, que teve como base a NBR 10.0007/2004 (ABNT) e Fresca (2007).

Para cada uma das caracterizações realizadas, o caminhão proveniente do setor selecionado descarregava os resíduos contidos em seu interior, que correspondia a cerca de nove toneladas, sendo dispostos em montes (Figura 06).

FIGURA 06 – MONTE DE RESÍDUOS INICIALMENTE DEPOSITADOS NO ATERRO SANITÁRIO DE PORTO UNIÃO/SC E MISTURADOS PARA POSTERIOR PROCESSOS DE AMOSTRAGEM



FONTE: O autor (2019).

Posteriormente, eram retirados os resíduos volumosos, como pedaços de madeira, galhos. Na sequência, os materiais eram misturados com o auxílio de um trator esteira. Por fim com o auxílio de tambores 200 litros, eram selecionados pontos aleatórios para compor a amostra, esses pontos representavam parcelas individuais que eram obtidas em pontos com profundidade e distâncias diferentes (ABNT/NBR 10.0007/2004).

Na Figura 07 é possível observar os tambores com os resíduos coletados.

FIGURA 07 – TAMBORES UTILIZADOS PARA COLETA INICIAL DA AMOSTRA



FONTE: O autor (2019).

Formou-se uma amostra inicial de aproximadamente 200 kg sobre uma lona plástica e em seguida as sacolas plásticas foram rasgadas manualmente, os resíduos foram espalhados e misturados sobre a lona, visando a maior homogeneidade possível.

Nas figuras 06 e 07 são apresentadas as atividades de coleta da amostra bruta, e as figuras a seguir apresentam o início do processo de quarteamento como mostram as Figuras 08, 09, 10 e 11 (ABNT, 2004).

FIGURA 08 – RESÍDUOS DEPOSITADOS SOBRE A LONA E AS SACOLAS PLÁSTICAS RASGADAS MANUALMENTE



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 09 – MISTURA DOS RESÍDUOS SOBRE UMA LONA PLÁSTICA PARA OBTENÇÃO DE UMA AMOSTRA HOMOGÊNEA



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 10 – MISTURA MANUAL DOS RESÍDUOS JÁ FORA DAS SACOLAS PLÁSTICAS



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 11 – AMOSTRA DE RESÍDUOS SOBRE LONA PLÁSTICA PARA POSTERIOR INÍCIO DO QUARTEAMENTO



FONTE: O autor (2019).

Após misturados todos os RSU sobre a lona, deu-se início ao processo de quarteamento, no qual o montante final foi dividido em quatro partes de aproximadamente 50 kg, como mostra a Figura 12. Posteriormente cada uma dessas quatro partes foram misturadas novamente e cada uma delas foi quarteada, ou seja, a divisão em quatro montes ocorreu mais uma vez, como mostra a Figura 13, utilizando dois montes para a composição da amostra final e os outros dois foram

desprezados. Sendo assim, de um total de 16 montes de aproximadamente 12,5 kg cada, 8 foram utilizados para composição da amostra final e a outra metade foi desprezada.

FIGURA 12 – RSU DIVIDIDOS EM QUATRO PARTES PARA POSTERIOR INÍCIO DO QUARTEAMENTO



FONTE: O autor (2019).

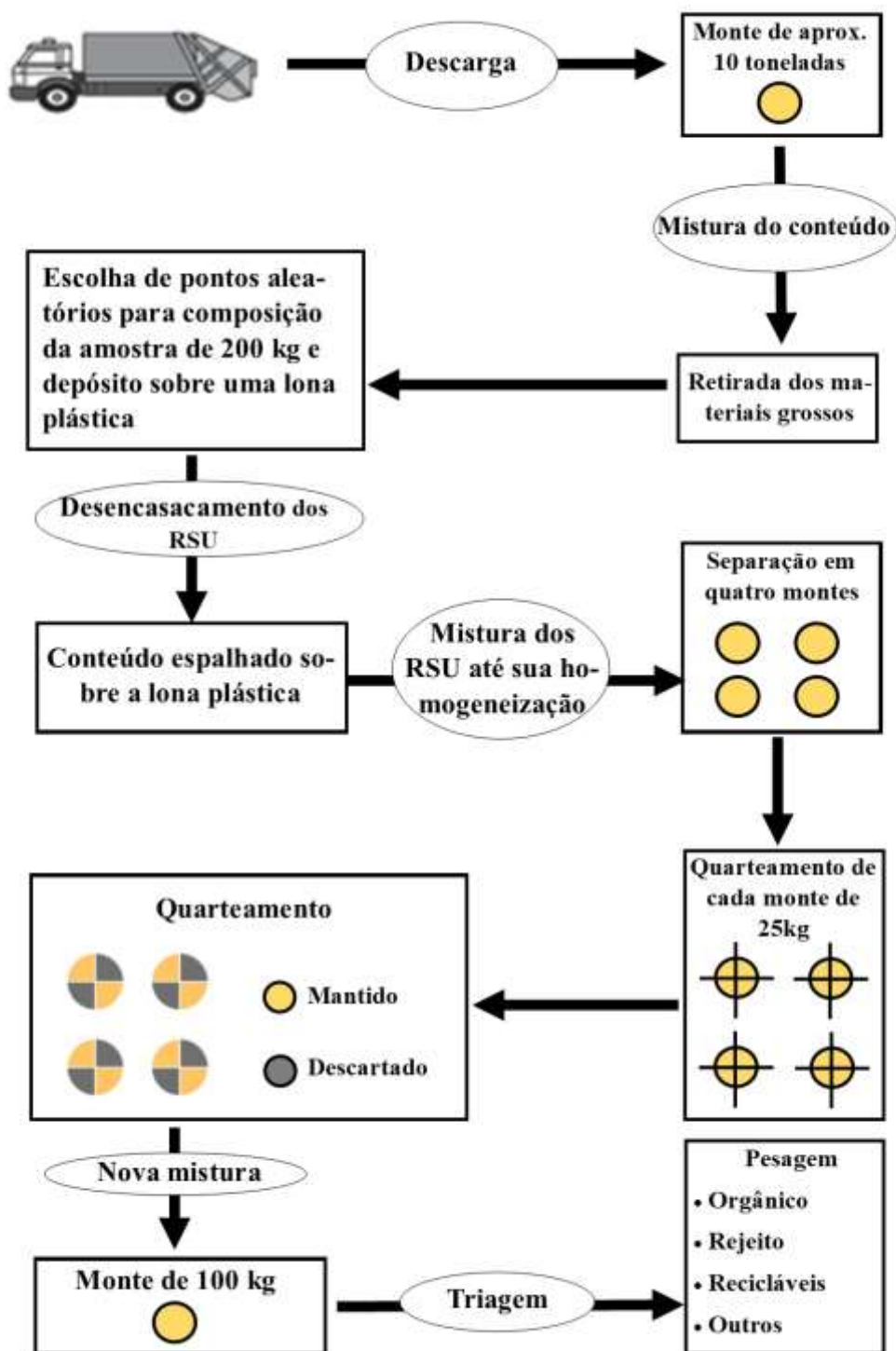
FIGURA 13 – PROCESSO DE QUARTEAMENTO



FONTE: O autor (2019).

Na Figura 14 é apresentada a sequência metodológica utilizada para realização da caracterização física dos RSU do município.

FIGURA 14 – ESQUEMA DA METODOLOGIA UTILIZADA PARA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RSU



FONTE: O autor (2019).

Após o processo de quarteamento os resíduos desprezados da amostra final foram depositados novamente nos tambores, para serem pesados na sede da Ecovale. Em seguida os resíduos utilizados para compor a amostra final foram misturados novamente, compondo uma amostra de aproximadamente 100 kg, como representado na Figura 10.

Na sequência deu-se início ao processo de triagem dos materiais.

A pesagem exata da amostra final foi de aproximadamente 89,06 kg, o que não atendeu o recomendado para uma amostra ser considerada representativa. Segundo a American Society For Testing And Materials (ASTM, 2003), a faixa de peso entre 91 a 140 kg é a recomendada para que uma amostra seja considerada representativa. Assim, considerou-se essa primeira caracterização como um estudo piloto, que visou identificar as principais dificuldades e aspectos da realidade local, que contribuiu para auxiliar na otimização das demais caracterizações realizadas neste estudo.

Em seguida, a amostra final dos resíduos foi espalhada sobre a lona plástica para serem separados em quatro classes, sendo elas: material orgânico, rejeitos, materiais recicláveis e outros. Por sua vez, essas quatro classes foram subdivididas em outras 21 classes, conforme especificado na Tabela 06.

TABELA 06 – CLASSES DE DIVISÃO DOS RSU PARA TRIAGEM

Classes	Subclasses
Orgânico	Orgânico
Rejeito	Rejeito Tecido
Recicláveis	Metal Ferroso Metal Não Ferroso Papel Cartonado Papel Branco e Misto Papel Ondulado PET PET Miolo PET Óleo PP Barulhento e BOPP PP Balde/Bacia PP Margarina OS EPS PEAD PEBD Sacolas Vidro
Outros	Eletrônicos Classe I

FONTE: O autor (2019).

Os resíduos foram segregados dessa forma pois levou-se em consideração a segregação realizada pela unidade de triagem dos resíduos de coleta seletiva de Porto União/SC. O programa de coleta seletiva do município faz uma segregação minuciosa para que os resíduos possam ser vendidos separadamente e tenham um valor econômico de venda ainda maior. Tendo uma segregação mais detalhada também foi possível melhorar a visualização do que estava disposto em aterro e facilitou um comparativo com o que a população deixa de segregar em casa, que ao invés de ser coletado pela coleta seletiva acaba sendo disposto em aterro.

Após a separação, os resíduos foram acondicionados em sacos, como mostra a Figura 15, que posteriormente foram pesados (Figura 16). Em seguida realizou-se um cálculo sobre o peso total dos resíduos para o percentual de cada material.

FIGURA 15 – MATERIAL SENDO SEGREGADO.



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 16 – MATERIAL ACONDICIONADO EM SACO E PESADO NA BALANÇA.



FONTE: O autor (2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Descrição da Amostra

Para a realização das caracterizações no município de Porto União/SC foram levados em conta, além das estações climáticas, inverno e verão, os registros das temperaturas média das mínimas e média das máximas, em graus Celsius (°C) nos dias de realização das amostragens, com o intuito de qualificar melhor a amostra, bem como controle das condições climáticas locais, como mostra a Tabela 07.

TABELA 07 – TEMPERATURAS MÉDIAS NOS DIAS DE QUARTEAMENTO DOS RSU NO ATERRO SANITÁRIO DE PORTO UNIÃO/SC

Setor	Data	Temperaturas (°C)	
		Mínima	Máxima
1	17/09/19	16	26
2	18/09/19	17	28
3	04/10/19	19	25
4	09/10/19	13	28
1	26/02/20	16	25
2	20/03/20	15	26
Média		16	26,3
Desvio Padrão		2	1,37

FONTE: O autor (2020).

Os registros de temperatura mostram que a menor média mínima foi de 13°C e a maior média máxima foi de 28°C. Ainda, que a média das temperaturas mínimas de todos os setores foi de 16 °C e cerca de um terço das amostras foram quarteadas com temperatura acima dessa média. Os registros ainda apontam a médias das máximas como sendo 26,3 °C e um terço das amostras foram quarteadas com temperatura acima dessa média. Sendo assim, registros apontam que não ocorreu variações de temperatura significativas. As médias e o desvio padrão entre as diferenças de temperatura também indicam estabilidade.

Seguindo a premissa de qualificação das amostras, a Tabela 08 mostra os registros, por setor, do peso total do caminhão compactador, e do peso quarteado, pertinente as amostras utilizadas.

TABELA 08 – QUANTIFICAÇÃO DAS MASSAS DAS AMOSTRAS COLETADAS E QUARTEADAS, POR SETOR E POR ESTAÇÃO

Setor	Data	Quantificação das Massas			
		Amostra Total (kg)	Amostra Quarteada Massa (kg)	%	Amostra Quarteada Variação/200kg (%)
1	17/09/19	6.200	233,97	3,77	+16,99
2	18/09/19	5.100	157,50	3,09	-21,25
3	04/10/19	6.970	158,01	2,27	-21,00
4	09/10/19	5.590	176,22	3,15	-11,89
1	26/02/20	6.520	256,20	3,93	+28,10
2	20/03/20	18.940	227,69	1,20	+13,85
Média		8.220	201,60	2,90	0,80
Desvio Padrão		5.293,44	42,89	1,02	21,45

FONTE: O autor (2020).

Ocorreram variações da massa de amostra quarteada quanto ao padrão de 200 kg. No entanto, todas as massas apresentaram variações pouco significativas, que em nada diminuíram suas representatividades, sendo que, a média das massas foi de 201,60 kg o que é 0,80% maior que o proposto (FRESCA, 2007).

A maior variação detectada foi na amostra piloto, que não foi citada na Tabela 08 para não alterar a média e o desvio padrão dando um falso parâmetro. A massa da amostra piloto foi de 89,07 kg, variando 55,47% do padrão de representatividade. O desvio padrão apresentado na Tabela nº? identifica-se abaixo da média das massas o qual indica estabilidade.

5.2. Caracterização Física dos RSU

Os resultados obtidos a partir da caracterização física dos resíduos sólidos do município de Porto União/SC foram compilados em tabelas, posteriormente apresentados e discutidos conforme sua relevância para o estudo.

Na Tabela 09 são apresentados os resultados da caracterização física dos RSU, amostrados quanto à sua massa e divididos em classes, a saber: material orgânico, rejeito, recicláveis e outros. Sendo que essas classes foram subdivididas conforme a separação realizada na triagem dos materiais recicláveis, fruto da coleta seletiva realizada pelo município.

A partir dessa observação é possível avaliar o quantitativo de resíduos recicláveis e seus desdobramentos, como a parcela que está sendo encaminhada ao aterro (sem necessidade), a parcela atualmente comercializada, bem como aquela passível de comercialização, mas que está sendo perdida.

TABELA 09 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE PORTO UNIÃO/SC NO INVERNO

Classe	Resíduos Data	Massa dos Resíduos por Setor (%)						Média (%)	Desvio Padrão
		1 17/09/ 2019	2 18/09/ 2019	3 04/10/ 2019	4 09/10/ 2019	1 26/02/ 2020	2 20/03/ 2020		
Orgânico Rejeito	Orgânico	51,19	51,72	40,28	37,20	51,17	52,12	47,28	7,17
	Rejeito	31,31	26,21	31,05	38,80	32,01	29,58	31,49	4,13
	Metal Ferroso	0,57	0,69	1,26	0,76	0,59	0,81	0,78	0,25
	Metal Não Ferroso	0,33	0,33	0,38	0,50	0,47	0,69	0,45	0,14
	Papel Cartonado	0,70	1,24	1,65	1,16	0,89	0,98	1,10	0,33
	Papel Branco e Misto	2,09	4,80	4,32	3,61	1,82	2,62	3,21	1,22
	Papel Ondulado	0,77	0,76	0,69	2,39	0,91	2,31	1,32	0,81
	PET	1,35	1,27	1,99	3,18	1,90	1,60	1,98	0,70
	PET Miolo	1,10	0,09	0,03	0,22	0,13	0,09	0,27	0,41
	PET Óleo	0,20	0,19	0,24	0,36	0,20	0,18	0,23	0,68
Recicláveis	PP Barulhento e BOPP	0,28	1,19	0,99	0,45	0,16	0,48	0,59	0,41
	PP Balde/Bacia	0,73	0,12	0,79	0,92	1,03	0,69	0,71	0,32
	PP Margarina	0,12	0,22	0,42	0,18	0,15	0,23	0,22	0,11
	PS	0,19	0,59	0,65	0,22	0,28	0,15	0,35	0,22
	EPS	0,20	0,42	0,51	0,13	0,13	0,08	0,25	0,18
	PEAD	0,62	0,95	1,33	1,28	0,66	1,30	1,02	0,33
	PEBD Sacolas	5,10	5,98	9,31	5,85	5,11	4,21	5,93	1,77
	PP Cristal	0,18	0,35	0,35	0,21	0,28	0,13	0,25	0,09
	Vidro	0,98	2,63	2,63	2,19	1,66	1,30	1,90	0,69
	PVC	0,39	0,05	0,07	0,17	0,20	0,19	0,18	0,12
Outros	Outros	0,59	0,11	0,78	0,28	0,39	0,27	0,40	0,24

FONTE: O Autor (2021).

As classes de resíduos apresentadas na Tabela 09 foram divididas em subclasses devido ao cenário apresentado pela unidade de triagem do município de Porto União/SC. Essa segregação é realizada dessa forma devido ao valor de mercado de cada material, a partir das características de cada resíduo, portanto, é necessário que haja uma segregação minuciosa pelos potenciais recursos que se perdem na venda dos materiais quando em conjunto.

A distinção dos resíduos em 21 subclasses, sendo 17 delas materiais recicláveis, possibilitou o aumento da abrangência da presente pesquisa, onde foi buscado segregar os resíduos o máximo possível, atendendo a realidade de Porto União/SC.

Dos RSU destinados ao aterro sanitário de Porto União/SC, o maior percentual foi de matéria orgânica, com 47,28%, muito próximo da média brasileira apontada pelo Panorama ABRELPE em 2020, que foi de 45,3% (ABRELPE, 2020).

Já os materiais passíveis de reciclagem totalizaram 20,74% e dentre eles o que mais se destacou foi o PEBD Sacolas com 5,93%. Isso ocorre pela quantidade de

resíduos ensacados, sendo comum o fato de que, muitas vezes, os resíduos são destinados para o aterro embalados em mais de uma sacola e/ou saco de lixo.

Um dado que chamou atenção foi a porcentagem média de papel disposta no aterro sanitário de Porto União/SC, que foi de apenas 5,63%, valor muito abaixo da média nacional no ano de 2020, que foi de 10,4% (ABRELPE, 2020). Um motivo pelo qual a porcentagem de papel tenha sido baixa, é porque muitas vezes esse tipo de material é comercializado fora da unidade de triagem através dos catadores, ou até mesmo reutilizado pelo próprio consumidor.

O percentual médio de rejeito foi de 31,49%. Observa-se que, inicialmente, os resíduos caracterizados como “tecido” haviam sido classificados separadamente dos rejeitos, porém, na ausência de demanda de venda do mesmo e tampouco alternativa de reciclagem no município, este foi incluso como rejeito. O percentual de tecidos foi considerável, (em média aproximadamente 10%) uma vez que a metodologia utilizada para a realização do quarteamento (Fresca, 2007) apontava que tecidos de grande volume deviam ser descartados da amostra inicial, antes do quarteamento.

Porém, mesmo com o descarte dos tecidos de maior volume da amostra, o percentual de tecidos continuou alto, podendo assim, ser levado em consideração no que tange ao perfil de geração de resíduos sólidos do município estudado.

O percentual de rejeito do estudo também se destacou quando comparado ao cenário nacional em 2020, sendo que o percentual brasileiro de rejeitos foi de 14,1% e o percentual de tecidos foi de 5,6%, se somados totalizam cerca de 19,7%, equivalendo aproximadamente 11,8% inferior ao percentual apresentado pelo município de Porto União/SC (ABRELPE, 2020).

Assim, foram considerados rejeitos todos os materiais não passíveis de aproveitamento para nenhum uso, sendo eles, principalmente, fraldas, resíduos de banheiro, madeiras, tecidos e trapos, borrachas e ainda elementos que em razão da homogeneização tornaram-se inexequíveis a separação. À vista disso, vale realçar que uma das maiores dificuldades encontradas durante o processo quarteamento dos RSU é a segregação de pequenos materiais da matéria orgânica e dos rejeitos.

A madeira, citada anteriormente, é tida como rejeito no presente estudo. Isso ocorre pelo fato de que o município de Porto União/SC encaminha os resíduos de madeira para a Central de Tratamento de Resíduos, que em parceria com o município de Porto União/SC usam os resíduos de madeira como matéria prima para a produção de cavaco ecológico.

Os resíduos classificados como “Outros” foram os resíduos Classe I e resíduos eletroeletrônicos, considerando que os mesmos não são comercializados e também não são classificados como rejeitos.

Assim, aproximadamente 70% dos RSU destinado ao aterro sanitário de Porto União/SC são passíveis de reuso, podendo ser por meio de reciclagem ou compostagem, no caso da matéria orgânica. Esse uso é relevante pois os RSU possuem um vasto potencial econômico, já que a reciclagem pode constituir importante fonte de renda para populações mais carentes (MELO, SILVA e COSTA, 2014).

Com base nos percentuais de cada setor, o setor dois no quarteamento realizado no dia 20/03/2020 apresentou maior percentual de matéria orgânica e o setor quatro no quarteamento realizado no dia 09/10/2020 apontou o menor percentual, sendo aproximadamente 52% e 37% respectivamente. O percentual de matéria orgânica é elevado se levar em conta que esse material é o agente responsável pela geração de gás metano e chorume no aterro sanitário, e poucos municípios no Brasil fazem o reaproveitamento da matéria orgânica.

Já nos percentuais de rejeito o maior foi apresentado pelo setor quatro no quarteamento realizado no dia 09/10/2020 e o menor no setor dois no quarteamento realizado no dia 18/09/2019, sendo aproximadamente 39% e 26% respectivamente.

Sobre os percentuais apresentados dos resíduos recicláveis o maior foi encontrado no setor três no quarteamento realizado no dia 04/10/2019 e o menor no setor um no quarteamento realizado no dia 26/02/20, sendo de aproximadamente 28% e 16% respectivamente.

No que diz respeito ao baixo percentual de alguns resíduos passíveis de reciclagem como metal, papel e plástico, isso ocorre principalmente devido ao comércio que existe atualmente para esses tipos de resíduos. Sendo assim, esses resíduos são desviados do descarte em aterro sanitário tanto pela coleta seletiva realizada pelo município quanto pela coleta realizada pelos catadores de materiais recicláveis que são autônomos.

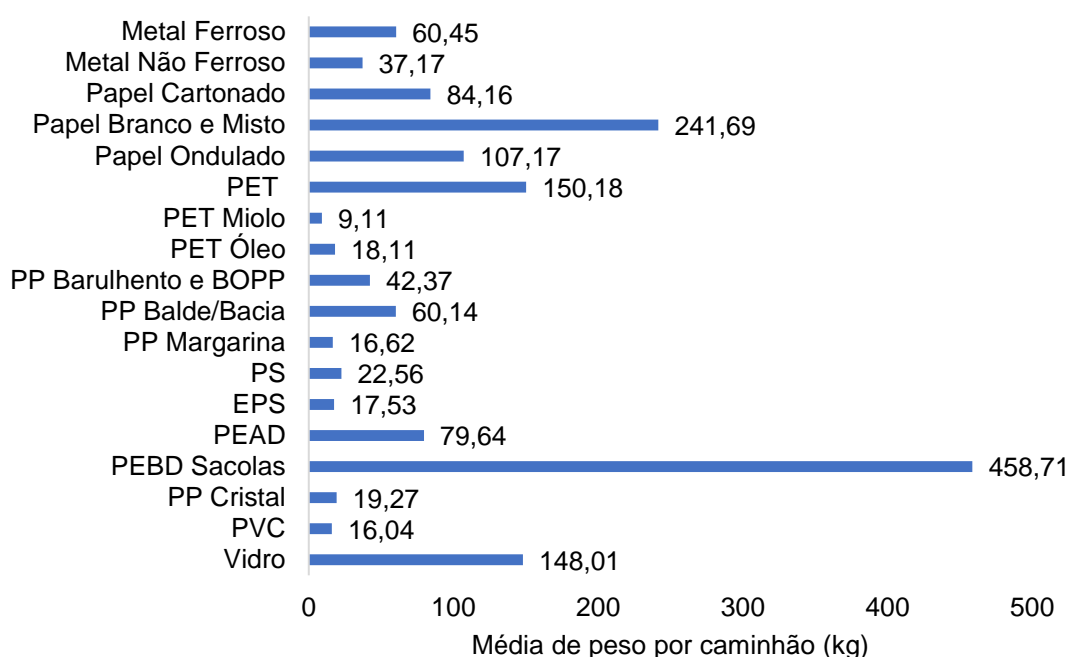
5.3. Resíduos recicláveis encaminhados ao aterro

Como citado anteriormente, no município de Porto União/SC a coleta dos resíduos sólidos urbanos é terceirizada, sendo realizada por empresa privada e

destinada ao aterro sanitário do município. A empresa é responsável ainda pela coleta seletiva no município.

Sendo assim, foi proposta a segregação dos resíduos no processo de quarteamento conforme a segregação realizada na cooperativa do município, que possibilitou a visualização da quantidade de cada resíduo encaminhado ao aterro sanitário do município, como mostra a figura 17.

FIGURA 17 – QUANTIDADE MÉDIA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS POR CARGA DESTINADAS AO ATERRO SANITÁRIO DE PORTO UNIÃO/SC



FONTE: O autor (2021).

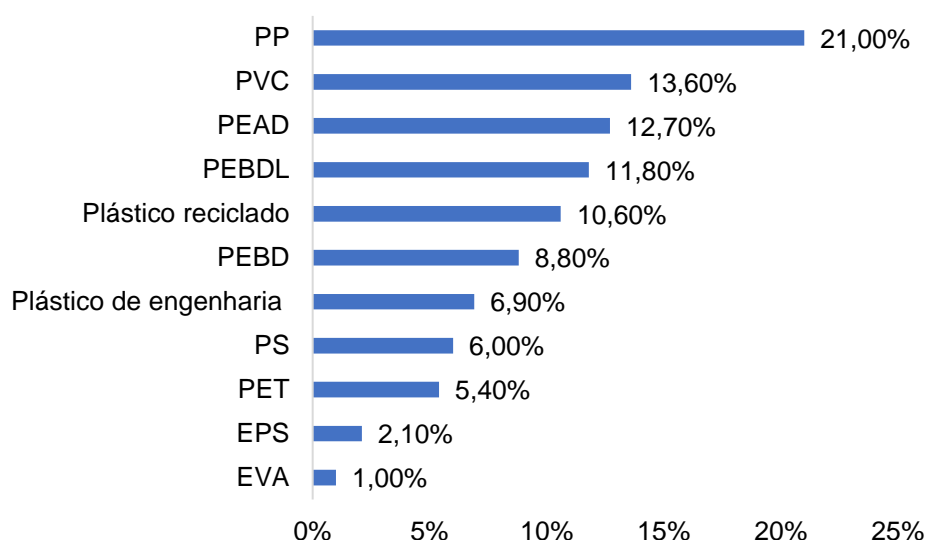
A partir da Figura 18, foi possível observar que a maior quantidade de resíduo encaminhado ao aterro foi o PEBD sacolas, sendo que aproximadamente 460 kg por carga são destinados ao aterro. Em segundo lugar vem o papel branco e misto com aproximadamente 240 kg. No total, a média de resíduos recicláveis destinados ao aterro são de aproximadamente 1.600 kg por carga coletada, um valor muito expressivo, ainda mais se levado em consideração o valor monetário de cada um deles.

O resíduo do tipo PEBD sacolas, um tipo de plástico, foi o mais incidente devido ao fato que enquanto são armazenados nas residências da população os RSU são acondicionados usualmente dentro de sacos plásticos e/ou sacolas reutilizadas (CEMPRE, 2018). Em alguns casos, os RSU além de acondicionados em sacolas

reutilizadas são colocados novamente dentro de sacos plásticos maiores, isso faz com que a quantidade desse resíduo aumente cada vez mais.

O plástico foi separado em 12 categorias no presente estudo, porém, se somadas representam cerca de 910 kg dos 1600kg em média encontrados por carga de RSU coletada, ou seja, 57% dos RSU passíveis de reciclagem. Na Figura 18, é possível observar as principais resinas de plásticos consumidas no Brasil no ano de 2019, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Plástico – ABIPLAST.

FIGURA 18 – PRINCIPAIS RESINAS DE PLÁSTICO CONSUMIDAS NO BRASIL (%)(2019)



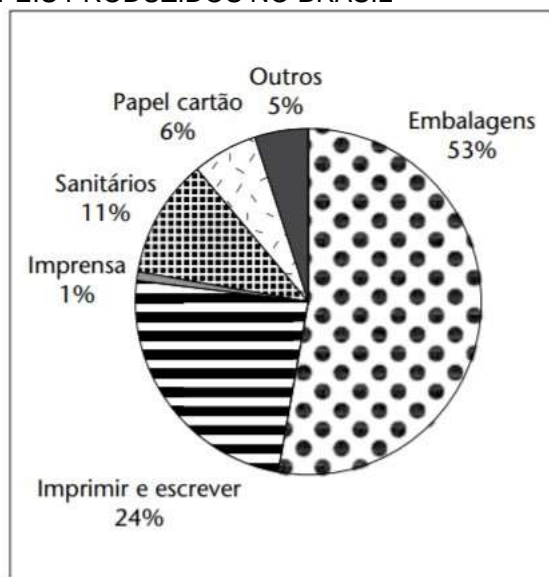
FONTE: ABIPLAST (2019).

Como a unidade de triagem de resíduos recicláveis do município de Porto União segregava os resíduos recicláveis em um maior número de categorias, isso facilita e aumenta o poder de venda do resíduo, sendo assim facilitando a comercialização. Isso explica porque o perfil de encaminhamento de resíduos de plástico ao aterro é um pouco diferente do perfil produzido no Brasil.

Ainda segundo a ABIPLAST (2019), a quantidade de resina de plástico produzida no Brasil em 2019 foi de cerca de 838,5 mil toneladas e o índice de reciclagem desse material foi de aproximadamente 24%.

Já o papel, separado nesse estudo em três categorias: papel branco e misto, papel cartonado e papel ondulado, se somados, configuram quase a mesma pesagem do PEBD Sacolas. Segundo a Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2015), a produção brasileira de papéis classificados por tipo, pode ser observada na Figura 19.

FIGURA 19 – TIPO DE PAPEIS PRODUZIDOS NO BRASIL



FONTE: IBÁ (2015).

A partir da Figura 17, o papel branco e misto, encontrados em maior quantidade no aterro de Porto União, podem ser classificados na categoria “Imprimir e Escrever”, que representa 24% da produção de papel no Brasil. Já o papel cartonado e o papel ondulado se encaixam na categoria “Embalagens”, a qual configura 53% da produção de papel brasileira.

Já o vidro, encontrado em baixa quantidade nesse estudo, se comparado aos demais tipos de resíduos, ficou acima somente dos metais. Segundo o CEMPRE (2018), o vidro é um material 100% reciclável. Os índices de reciclagem desse material são imprecisos e variam entre as literaturas de a cerca de 45% a 49%.

Com a implantação da PNRS deu-se um apoio a reciclagem no Brasil, oferecendo amparo legal e incentivando a reciclagem como atividade econômica no país (CIDADE e OLIVEIRA, 2017).

A Tabela 10 indica o peso médio por carga dividido em classes, o valor monetário de cada um deles e o valor perdido pela unidade de triagem.

TABELA 10 – RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS ENCAMINHADOS AO ATERRO SANITÁRIO DE PORTO UNIÃO/SC E SEU VALOR COMERCIAL

Classe	Valor comercial (R\$/kg)	Média de peso por carga (kg)	Valor “perdido” (R\$)
Metal Ferroso	1,10	60,45	66,50
Metal Não Ferroso	1,20	37,17	44,60
Papel Cartonado	0,60	84,16	50,50
Papel Branco e Misto	0,85	241,69	205,44
Papel Ondulado	1,23	107,17	131,82
PET	3,45	150,18	518,12
PET Miolo	0,50	9,11	4,56
PET Óleo	1,95	18,11	35,31
PP Barulhento e BOPP	3,15	42,37	133,47
PP Balde/Bacia	1,95	60,14	117,27
PP Margarina	2,45	16,62	40,72
PS	1,05	22,56	23,69
EPS	0,40	17,53	7,01
PEAD	3,45	79,64	274,76
PEBD Sacolas	0,85	458,71	389,90
PP Cristal	1,95	19,27	37,58
PVC	1,35	16,04	21,65
Vidro	-	148,01	-
Total		1.588,93	2.102,89

FONTE: O autor (2021).

O município de Porto União, em associação com o município de União da Vitória, possui uma unidade de triagem onde os resíduos são posteriormente comercializados. A Tabela 10 indica a perda monetária por parte da unidade de triagem com a disposição final em aterro sanitário dos resíduos passíveis e reciclagem, que é de aproximadamente 2.100,00 reais por carga.

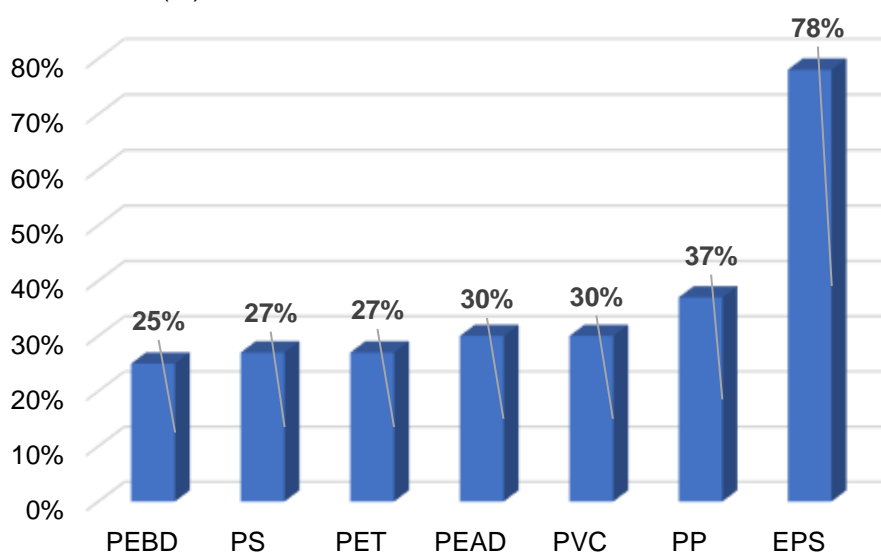
Um estudo realizado no município de Paulista/PE observou que cerca de 24,8% dos resíduos do município eram passíveis de reciclagem e se fossem segregados diretamente na fonte geradora e reinseridos no processo de comercialização poderiam ter gerado ao mercado cerca de R\$ 2.028.500,00 (AQUINO e MOURA, 2014). Sabe-se que alcançar a totalidade de comercialização e reciclagem dos resíduos passíveis do mesmo é uma ideia utópica, mas a maior quantidade possível de resíduos reciclados traria inúmeros benefícios ao desenvolvimento sustentável e econômico no país.

Outro estudo realizado por Tabalipa e Fiori (2006), apontou que se houvesse a segregação dos resíduos passíveis de reciclagem, o volume de RSU dispostos no aterro sanitário da cidade de Pato Branco/PR diminuiria em 42%, criando uma receita de R\$ 45.000 por mês com a comercialização dos mesmos.

Já estudos realizados por Jacobi e Besen (2011) revelou que a ineficiência, a baixa adesão e abrangência da coleta seletiva em São Paulo/SP ocasionam perdas de aproximadamente R\$ 749 milhões anualmente.

Outra perspectiva quanto aos resíduos de plástico, um dos mais recorrentes neste estudo, é apontada pela ABIPLAST, sobre o índice de reciclagem no ano de 2019 como sendo cerca de 24%, e a Figura 20 mostra os principais mercados consumidores para resinas de plástico recicladas.

FIGURA 20 – PRINCIPAIS MERCADOS CONSUMIDORES, POR RESINA PLÁSTICA PÓS-CONSUMO RECICLADA (%)



FONTE: ABIPLAST (2019).

A Figura 21 aponta que o plástico com sua grande diversidade de categoria, apresenta alternativa de reciclagem para cada uma delas, assim como os demais resíduos, que apesar do mercado muitas vezes não favorecer a reciclagem, a alternativa ainda assim existe.

O município de Porto União comercializa os resíduos passíveis de reciclagem, conforme os valores apontados pela Tabela 11.

TABELA 11 – VALORES DE COMERCIALIZAÇÃO DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS NOS MESES DE OUTUBRO E NOVEMBRO DE 2020 E ABRIL DE 2021.

Classe	Ano		
	Out/2020	Nov/2020	Abr/2021
Metal Ferroso	0,70	0,80	1,10
Metal Não Ferroso	0,80	1,00	1,20
Papel Cartonado	-	0,40	0,60
Papel Branco e Misto	-	0,80	0,85
Papel Ondulado	-	0,87	1,23
PET	2,80	3,25	3,45
PET Miolo	0,25	0,25	0,50
PET Óleo	1,30	1,30	1,95
PP Barulhento e BOPP	1,80	2,55	3,15
PP Balde/Bacia	1,15	1,50	1,95
PP Margarina	1,45	1,95	2,45
OS	0,65	0,75	1,05
EPS	-	-	0,40
PEAD	2,25	2,95	3,45
PEBD Sacolas	0,55	0,65	0,85
PP Cristal	1,10	1,40	1,95
PVC	1,05	1,10	1,35
Vidro	-	-	-

FONTE: Tabela de preços da empresa compradora (2021).

O município de Porto União/SC revende os resíduos recicláveis previamente segregados para uma única empresa que realiza a compra de todos os tipos de resíduos listados na Tabela 11. Como citado anteriormente, a unidade de triagem de resíduos do município segrega o material de acordo com o valor e poder comercial que cada tipo de resíduo.

Na Tabela 11 foi possível observar que a grande maioria dos resíduos apresenta valor de venda crescente com o passar dos meses. Isso mostra a viabilidade econômica promissora que o mercado de comercialização de resíduos apresenta.

Sendo assim, a reciclagem dos materiais encaminhados ao aterro influenciaria no aumento do lucro por parte da unidade de triagem, bem como, se retido anteriormente a disposição em aterro sanitário também aumentariam a vida útil do mesmo.

A reciclagem constitui-se como um setor econômico significativo de acordo com o cenário da problemática dos RSU, que vem se tornando nos últimos anos uma das dificuldades fundamentais do planejamento e gestão pública na grande maioria das cidades do mundo (IPEA, 2017). Sendo assim, o poder comercial desse tipo de resíduo vem crescendo nos últimos anos e alavancando esse nicho de trabalho.

6. CONCLUSÃO

Apesar das diferentes questões levantadas nesse estudo, em relação a geração/gestão dos RSU, o município de Porto União/SC exibe um amplo potencial para melhorar e aumentar a abrangência do seu sistema de coleta seletiva. Dando mais suporte para a unidade de triagem local e auxiliando na venda do material reciclável, pois é uma fonte de renda para os colaboradores da unidade de triagem e de famílias mais carentes.

A partir da caracterização física foi possível verificar que apesar do município não possuir 100% de cobertura na coleta seletiva, mas chegando muito próximo dessa totalidade, o sistema de coleta seletiva opera com uma boa adesão da população, porém, maiores investimentos devem ser realizados para atender uma maior parcela da população.

O município, atualmente, não tem destinação final totalmente apropriada, pois o volume de resíduos recicláveis e orgânicos destinados ao aterro local ainda é muito alto. Porém, o sistema de coleta seletiva contribui muito para que a maior parte possível dos resíduos recicláveis tenha destinação correta. Já a parcela de resíduos orgânicos ainda não tem alternativa de destinação pelo município a não ser o aterro sanitário.

No desenvolver desse estudo, foi possível perceber que o processo de gestão de resíduos sólidos urbanos é bastante complexo e em sua operação podem surgir dificuldades e carências de recursos técnicos, humanos, financeiros e operacionais. Para buscar uma gestão integrada dos resíduos gerados no município é necessário o apoio da prefeitura, a participação efetiva da população e a parceria com a unidade de triagem.

O seguimento de valorização dos resíduos recicláveis já existe no município, porém com grande potencial para intensificar-se ainda mais, pois foi possível observar que muitos materiais ainda se perdem por serem dispostos em aterro e retirados da linha de venda. Esses materiais também influenciam na vida útil do aterro, que diminui devido à alta quantidade de resíduos dispostos de maneira incorreta.

Sendo assim, deve-se haver maiores investimentos nesse segmento para o desenvolvimento de ações que busquem a valorização dos resíduos e considerem as dimensões econômicas, institucionais, sociais e ambientais sob a premissa da sustentabilidade.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista as dificuldades e os nichos encontrados durante a elaboração da presente pesquisa, seguem algumas sugestões para trabalhos futuros:

- Avaliar o impacto da coleta informal dos resíduos recicláveis no município de Porto União/SC, a fim de verificar quanto de material reciclável é comercializado no município além da unidade de triagem;
- Em razão da grande quantidade de resíduo orgânico disposto no aterro de Porto União/SC, realizar estudos da geração desses materiais no município e também de possíveis alternativas de reaproveitamento e aplicação desses materiais;
- Os valores de materiais recicláveis citados no trabalho são de resíduos coletados diretamente do aterro, valor esse que não é absoluto, devido a umidade encontrada nos materiais. Entretanto, o peso dos resíduos já enfardados para comercialização não contam com a presença de umidade, desse modo, realizar testes de umidade no material coletado e no material comercializado para obter o real valor.

REFERENCIAS

ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico. Perfil 2019.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1992). NBR 8419: **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1993). NBR 12980: **Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). NBR 100004: **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004c). NBR 100007: **Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

AQUINO, J. G.; MOURA, G. B. (2014). Aspectos econômicos e financeiros da separação de resíduos sólidos urbanos. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. V. 9, n. 2, p. 195-200. Abril – Junho/2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. (2019). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2019.

ASTM – American Society for Testing and Materials. (2003). Pennsylvania, USA, 2003.

BERTO, D. S. (2018) Subsídio para o gerenciamento integrado de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de São João da Barra – RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**. Campos dos Goytacazes/RJ, v. 12, n. 1, p. 111 – 130, jun. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de Abril de 2001. Estabelece o código de cores para diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como as campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 19 jun. 2001.

_____. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 03 ago. 2010.

CIDADE, F. C.; OLIVEIRA, J.A. (2017). Da coleta à comercialização: a cadeia produtiva reversa de pós-consumo numa cidade amazônica. **Revista Geo UERJ**. Rio de Janeiro, n. 31, p. 474-503, 2017.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM – CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 2018. 4. Ed. São Paulo, SP. 316 p.

CONKE, L. S. Barriers to waste recycling development: evidence from Brazil. doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.007. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 134, p.

FERNANDO, A.; LIMA, S. C. (2012) Caracterização dos resíduos sólidos urbanos do município de Maxixe/Moçambique. **Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia/MG, v.13, n. 42, p. 335 – 345. Jun/2012.

FRESCA, Fabio (2007). **Estudo da geração de resíduos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física**. São Carlos, SP, 2007.

GEHM, S. C.; CANHA, L. N. (2019). Potencial para gerenciamento energético municipal a partir do biogás oriundo de aterros sanitários e da queima de resíduos sólidos urbanos. Doi 10.34117/bjdv5n7-144. **Brasilian Journal of Development**. Curitiba, v.5, n.7, p. 9652 – 9662, jul. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.11.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a waste: a global review of solid waste management**. Washington: World Bank. 2012. The World Bank, n. 15, Washington, DC.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores, 2015. Acesso em: 09/07/2021. Disponível em: <www.iba.org>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/porto-uniao/panorama>> Acesso em: 07 de junho de 2020.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. (2011). Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Revista Estudos Avançados**. Vol. 25, n. 71, São Paulo/SP. Jan –Abr/2011.

JESUS, E.Q.; AZEVEDO, G.N. (2018) A gestão dos resíduos sólidos urbanos na região sudoeste baiana. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**. Campos dos Goytacazes/RJ, v. 12, n. 2, p. 289-305, dez 2018.

MELO, F. E., SILVA, C. K. A. e COSTA, E. S. (2014). **Disposição final dos resíduos sólidos urbanos: diagnóstico da gestão do município de Santo Antonio de Goiás**. Monografias Ambientais, 13(3), 3401-3411.

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; FEHR, M.; YESILLER, N.; ANDRADE, P. R.; OMETTO, J. P. H. B. (2019) Municipal solid waste disposal in Brazil: improvements

and challenges. **International Journal of Environmental and Waste Management**, v. 23, n. 3, p. 300 – 308.

OLIVEIRA, E. G.; VALÉRIO FILHO, M.; MENDES, R. F. (2019) Política Nacional de Resíduos Sólidos e sua gestão nos municípios do litoral norte do estado de São Paulo. **Revista Univap**. São José dos Campos/SP, v. 25, n. 49. Dez. 2019.

ONOFRE, Y. S.; PEREIRA, M. P.; RUPHAEL, N. K.; SILVA, K. S.; OLIVEIRA, A. O. Adequação dos municípios de pequeno porte à lei da política nacional de resíduos sólidos (PNRS): Um estudo em cinco municípios mineiros (Barbacena, Antonio Carlos, Ibertioga, Juiz de Fora e Santos Dumont). *In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 5., 2014, Belo Horizonte. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/III-035.pdf>> Acesso em: 09 de jul. de 2020.

ONU – Organização das Nações Unidas. (2018) **Humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, diz ONU em dia mundial**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/humanidade-produz-mais-de-2-bilhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano-diz-onu-em-dia-mundial/>> Acesso em: 09 de jul. de 2020.

OTENIO, M. H.; CUNHA, C. M. da, ROCHA, B. B. (2010). **Compostagem de carcaças de grandes animais**. 2010. 4f. Comunicado Técnico EMBRAPA, nº61.

PHILIPPI JR,A., SAMPAIO, C.A.C.;FERNANDES, V. **Gestão da natureza pública e sustentabilidade**. Barueri, SP: Manole, 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO UNIÃO. (2014). **Aspectos Gerais e Geográficos**. Porto União, SC, 2014. Disponível em: <<https://www.portouniao.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/34638> >. Acesso em: 13 jun. 2020.

RIBEIRO, L. A.; SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D.; SILVA, H. (2001) Educação Ambiental como instrumento de organização de catadores de materiais recicláveis na Comunidade Nossa Senhora Aparecida, Campina Grande – PB. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 5, n. 2, 2001.

SARTORI, H. J.F. (1995). **Discussão sobre a caracterização física de resíduos sólidos domiciliares**. Belo Horizonte, MG. Dissertação de mestrado. Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais.

SERRANO, L.; PAULA, V. R. de; RIBEIRO, J. B.; SILVA, M. R.; FREITAS, C. de, OTENIO, M. H. (2020). A compostagem de carcaças de animais mortos elimina microrganismos patogênicos. doi.org/10.31533/pubvet.v14n2a502.1-11. **Revista Pubvet**, v.14, n.2, a502, p.1-11, fev., 2020.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. (2006). Caracterização e classificação dos resíduos sólidos urbanos do município de Pato Branco, PR. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. n.4, São Paulo. Agosto/2006.

UNEP – United Nations Environment Programme. (2015) **Report Global Waste Management Outlook**. Disponível em: <<https://www.uncclean.org/sites/default/files/inventory/unep23092015.pdf>> Acesso em: 09 de jul. de 2020.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

ZIKMUND, W. G. **Business research methods**.5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.