

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Fernanda Tamiozzo

RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS E NÃO-RECICLÁVEIS
PRODUZIDOS NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM

Santa Maria, RS
2019

Fernanda Tamiozzo

**RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS E NÃO-RECICLÁVEIS PRODUZIDOS NO
CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Ambiental**.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Andressa de Oliveira Silveira

Coorientadora: Prof^a Dr^a. Marilise Mendonça Krügel

Santa Maria, RS
2019

Tamiozzo, Fernanda
Resíduos Sólidos Recicláveis e Não-Recicláveis
Produzidos no Centro de Tecnologia da UFSM / Fernanda
Tamiozzo.- 2019.
72 p.; 30 cm

Orientadora: Andressa de Oliveira Silveira
Coorientadora: Marilise Mendonça Krügel
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental, RS, 2019

1. Universidades públicas 2. Resíduos sólidos 3.
Gerenciamento 4. Composição gravimétrica e volumétrica
5. Valorização I. de Oliveira Silveira, Andressa II.
Mendonça Krügel, Marilise III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2019

Todos os direitos autorais reservados a Fernanda Tamiozzo. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho somente poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: fetamiozzo@gmail.com

Fernanda Tamiozzo

**RESÍDUOS SÓLIDOS REICLÁVEIS E NÃO-REICLÁVEIS PRODUZIDOS NO
CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM**

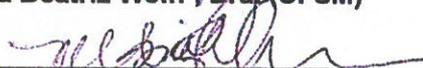
Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Ambiental**.

Aprovado em 18 de março de 2019:


Andressa de Oliveira Silveira, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)


Marilise Mendonça Krügel, Dra. (UFSM)
(Coorientadora)


Delmira Beatriz Wolff, Dra. (UFSM)


Joel Dias da Silva, Dr. (FURB)
(videoconferencia)

Santa Maria, RS
2019

AGRADECIMENTOS

-A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pela assistência estudantil que possibilitou minha continuidade no ensino superior, me tornando uma profissional com ensino de excelência;

-Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental pela qualificação profissional;

-A minha família, meus pais Cirlei Oliveira Costa e Rogério Tamiozzo, e em especial a minha irmã, Juliana Tamiozzo, pela inspiração e motivação diária;

-A minha orientadora, Andressa de Oliveira Silveira, pelo exemplo profissional e pessoal, com quem venho desenvolvendo um trabalho desde a graduação e por quem sou eternamente grata;

-A minha coorientadora, Marilise Mendonça Krügel, pelos ensinamentos e dedicação durante esse período;

-Aos meus colegas e amigos que me deram suporte nessa trajetória, em especial à Ana Lúcia da Rosa, Bibiana Bulé, Calina Barros, Gilneia Mello, Jéssica R. Fontoura, Maria Angélica Cardoso, Nathana Arboit, Lucas Nunes, Tiago Liberalesso e Vítor G. Geller, vocês foram fundamentais nesta conquista;

-Ao bolsista, Henrique Ferreira da Costa, por todo esforço dedicado à pesquisa, além da amizade e parceria desenvolvidas;

-À PROINFRA, em especial ao engenheiro químico Upiragibe Vinícius Pinheiro, pelas informações disponibilizadas para o desenvolvimento da pesquisa;

-Ao CCNE, em especial a professora Sônia Terezinha Z. Cechin, pela área cedida para a caracterização dos materiais;

-À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida através do Código de Financiamento 001;

-À banca avaliadora, professores Joel Dias da Silva e Delmira Beatriz Wolff, pela disponibilidade e contribuições dadas para o aperfeiçoamento do trabalho.

Meus sinceros agradecimentos a todos!

RESUMO

RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS E NÃO-RECICLÁVEIS PRODUZIDOS NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM

AUTORA: Fernanda Tamiozzo
ORIENTADORA: Andressa de Oliveira Silveira
COORIENTADORA: Marilise Mendonça Krügel

Com o aumento na produção de resíduos sólidos, surgiu a necessidade de estabelecer políticas públicas que permitissem o seu adequado manejo, reduzindo seu impacto sobre o meio ambiente. O gerenciamento de resíduos sólidos envolve o controle das etapas de geração, identificação, acondicionamento, coleta, tratamento e disposição final desses materiais, e como principal benefício permite identificar formas de redução, recuperação e reciclagem nas fontes de geração. O primeiro passo para a implantação desses sistemas é o diagnóstico da origem, volume e características desses resíduos dentro das instituições. As universidades são equiparadas a pequenos núcleos urbanos, com uma geração de resíduos sólidos que apresenta grande heterogeneidade quanto a sua origem e periculosidade. Nesse contexto, a Universidade Federal de Santa Maria não apresenta dados referentes à geração e caracterização dos resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis produzidos em suas diferentes unidades administrativas. Portanto, este estudo visou realizar o diagnóstico dos resíduos sólidos destinados a coleta municipal e seletiva da unidade universitária do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal de Santa Maria. Estabeleceu-se um plano de amostragem que compreendeu o ano acadêmico de 2018, abrangendo cinco campanhas para a coleta de dados, nas quais foram realizadas a caracterização quali-quantitativa dos resíduos sólidos. Identificou-se que a forma de acondicionamento estabelecida para separar os resíduos recicláveis (uso de sacolas coloridas) e não recicláveis (uso de sacolas pretas) não é eficiente na unidade. Em termos de taxa de geração, o Centro de Tecnologia apresenta um valor de $19,62 \text{ g.usuário}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, um baixo valor quando comparado com outras instituições de ensino superior. A composição gravimétrica global da unidade universitária apresentou os maiores percentuais para: resíduos orgânicos (27,1%), rejeitos (23,3%), papel/papelão (22,9%), e plásticos (8,2%). Em termos de volume os maiores percentuais observados foram para os plásticos (35,3%), papel/papelão (23,8%) e rejeitos (12,51%). Resíduos com descarte específicos, como laboratoriais (0,4%), eletrônicos (1,2%) e de manutenção (2,6%) também são descartados juntamente com o fluxo de resíduos recicláveis e não recicláveis da unidade universitária. Os resíduos identificados com potenciais fontes de redução de consumo foram os copos plásticos descartáveis, com um descarte 3,8 vezes superior ao de copos de isopor, que também são passíveis de ações de redução, e garrafas PET, descartadas 2,0 vezes mais que latas de alumínio. Desta forma, campanhas de sensibilização para a minimização desses descartes devem ser realizadas juntamente com a comunidade acadêmica.

Palavras-chave: Universidades públicas. Resíduos sólidos. Gerenciamento. Composição gravimétrica e volumétrica. Valorização.

ABSTRACT

RECYCLABLE AND NON-RECYCLABLE SOLID WASTE PRODUCED IN THE TECHNOLOGY CENTER OF UFSM

AUTHOR: FERNANDA TAMIOZZO
ADVISOR: ANDRESSA DE OLIVEIRA SILVEIRA
CO-ADVISOR: MARILISE MENDONÇA KRÜGEL

With the increase of solid waste production, it arouses the need to establish public policies that allow its proper management, reducing its impacts on the environment. Solid waste management involves controlling the stages of generation, identification, conditioning, collecting, treatment and final disposal of these materials, and as its main benefit, it allows the identification of ways to reduce, to recovery and to recycle in the generation source. The first step in order to implement these systems is the diagnosis of the source, volume and the characterization of the solid waste in the institution. The universities are compared to small urban centers, with a generation of solid waste that presents great heterogeneity as to its origin and dangerousness. In this context, the Federal University of Santa Maria lacks of data regarding the generation and characterization of recyclable and non-recyclable solid waste production in its different administrative units. Therefore, the present study aimed to characterize the solid waste management system for the municipal and selective collection of the university unit of the Technology Center from the Federal University of Santa Maria. A sampling plan was established that comprised the 2018 academic year, covering five campaigns for the data collect, in which was the qualitative and quantitative characterization of solid wastes. It has been identified that the established ways of packaging to separate recyclable waste (using colored bags) and non-recyclable (using black bags) is not efficient in the unit. Considering the rate of generation, the Technology Center shows a value of 19.62 g.user-1.day-1, which represents a low value when compared to other universities of higher education. The overall composition of the university unit presented the highest percentages for: organic wastes (27.1%), wastes (23.3%), paper / cardboard (22.9%), plastics (8.2%). In terms of volume, the highest percentages were observed for plastics (35.3%), paper / paperboard (23.8%), waste (12.5%). Specific disposal waste, such as laboratories (0.4%), electronics (1.2%) and maintenance (2.6%) are also discarded along with the recyclable and non-recyclable waste from the university unit. The residues identified as potential sources of reduction on its consumption were disposable plastic cups, with a disposal 3.8 times higher than polystyrene cups, which are also subject to reduction actions, and PET bottles, discarded 2.0 times more than aluminum cans. This way, awareness campaigns to minimize these discards should be carried out together with the academic community.

Keywords: Public universities. Solid waste. Management. Gravimetric and volumetric composition. Valorization.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1 – | Classificação dos resíduos sólidos quanto as diferentes origens observadas em instituições de ensino superior..... | 20 |
| Figura 2 – | Hierarquização estabelecida na gestão de resíduos sólidos..... | 21 |
| Figura 3 – | Procedimentos adotados na técnica de quarteamento para caracterização dos resíduos sólidos urbanos | 28 |
| Figura 4 – | Localização da área de estudo no campus sede da Universidade Federal de Santa Maria..... | 31 |
| Figura 5 – | Localização dos prédios do CT onde foi realizado o diagnóstico do fluxo de resíduos sólidos e o processo de amostragem no campus sede da UFSM. | 35 |
| Figura 6 - | Fluxograma contendo as etapas, desde a coleta até o descarte, do processo de pesagem e caracterização dos resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis..... | 37 |
| Figura 7 - | Principais categorias obtidas a partir da massa total de resíduos sólidos segregada. | 38 |
| Figura 8 - | Balde volumétrico e balança eletrônica utilizados para a caracterização dos resíduos sólidos durante a segregação..... | 40 |
| Figura 9 – | Localização dos contêineres referentes aos resíduos não recicláveis, e os respectivos prédios de contribuição no Centro de Tecnologia da UFSM..... | 42 |
| Figura 10 – | Localização dos contêineres referentes aos resíduos recicláveis, e os respectivos prédios de contribuição no Centro de tecnologia da UFSM. | 43 |
| Figura 11 - | Massa de resíduos sólidos coletada diariamente no Centro de Tecnologia da UFSM (a) e dividida em recicláveis (b) e não recicláveis (c). | 44 |
| Figura 12 - | Composição gravimétrica obtida a partir do tipo de separação dos resíduos sólidos, no Centro de Tecnologia da UFSM. | 46 |
| Figura 13 - | Sacos de acondicionamento distribuídos nos recipientes de forma aleatória pelos funcionários do serviço de limpeza, no Centro de Tecnologia da UFSM..... | 47 |
| Figura 14 - | Distribuição média e desvio padrão dos resíduos sólidos recicláveis, não recicláveis e com destinação especial para os diferentes períodos amostrais, no Centro de Tecnologia da UFSM..... | 48 |
| Figura 15 - | Distribuição média e desvio padrão dos resíduos sólidos recicláveis, não recicláveis e com destinação especial para os diferentes dias da semana, no Centro de Tecnologia da UFSM. | 49 |
| Figura 16 - | Taxa de geração diária e volume de resíduos sólidos para os diferentes períodos amostrados para o Centro de Tecnologia da UFSM. | 50 |
| Figura 17 - | Variação da taxa de geração diária e volume de resíduos sólidos entre os dias da semana, para o Centro de Tecnologia da UFSM..... | 51 |
| Figura 18 - | Composição gravimétrica global dos resíduos sólidos produzidos pelo Centro de Tecnologia da UFSM. | 53 |
| Figura 19 - | Composição volumétrica global dos resíduos sólidos produzidos pelo Centro de Tecnologia da UFSM | 54 |
| Figura 20 - | Geração acumulada de resíduos orgânicos durante uma semana de coleta de dados no Centro de Tecnologia da UFSM..... | 55 |

| | |
|---|----|
| Figura 21 - Descarte de papelões realizado na frente dos contêineres destinados ao acondicionamento de resíduos recicláveis, no Centro de Tecnologia da UFSM, sem que seja feita a redução do seu volume..... | 56 |
| Figura 22 – Resíduos laboratoriais descartados de forma inadequada em recipientes destinados à coleta de resíduos recicláveis e não recicláveis no Centro de Tecnologia da UFSM. | 57 |
| Figura 23 – Composição gravimétrica referente aos diferentes períodos acadêmicos avaliados para o Centro de Tecnologia da UFSM..... | 58 |
| Figura 24 – Composição volumétrica dos diferentes períodos avaliados para o Centro de Tecnologia da UFSM. | 61 |
| Figura 25 – Consumo unitário de copos plásticos descartáveis e de isopor contabilizados para os diferentes períodos amostrais, no Centro de Tecnologia da UFSM..... | 63 |
| Figura 26 – Consumo unitário de garrafas PET e latas de alumínio contabilizados para os diferentes períodos amostrais no Centro de Tecnologia da UFSM..... | 65 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos quanto ao seu potencial risco ao meio ambiente e a saúde humana. | 18 |
| Quadro 2 – Estudos sobre resíduos sólidos realizados em instituições de ensino superior no Brasil. | 23 |
| Quadro 3 – Estudos realizados em instituições de ensino superior em diferentes países do mundo. | 25 |
| Quadro 4 – Cursos de graduação, programas de pós-graduação e departamentos associados ao Centro de Tecnologia da UFSM. | 32 |
| Quadro 5 – Período amostral selecionado para a coleta de dados referente ao ano acadêmico de 2018. | 36 |
| Quadro 6 – Especificação geral dos principais itens caracterizados dentro de cada categoria. | 39 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Breve revisão das principais categorias de resíduos sólidos obtidas em estudos de composição gravimétrica em diferentes instituições de ensino superior (% em peso)..... | 29 |
| Tabela 2 – Taxas de geração de resíduos sólidos obtida em diferentes instituições de ensino superior. | 30 |
| Tabela 3 – Formas de acondicionamento verificadas durante a coleta dos resíduos sólidos no Centro de Tecnologia da UFSM, para os diferentes períodos amostrais. | 45 |
| Tabela 4 – Período referente a realização da segregação e as diferenças observadas entre a massa de resíduos sólidos coletada e segregada no Centro de Tecnologia da UFSM. | 52 |
| Tabela 5 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos do Centro de Tecnologia da UFSM, nos diferentes períodos avaliados. | 60 |
| Tabela 6 – Caracterização volumétrica dos resíduos sólidos do Centro de Tecnologia, da UFSM, nos diferentes períodos avaliados. | 62 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABRELPE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais |
| ARSELE | Associação de Reciclagem Seletivo Esperança |
| ASMAR | Associação de Seleccionadores de Materiais Recicláveis |
| CAL | Centro de Artes e Letras |
| CCME | Diretrizes Canadenses de Qualidade Ambiental |
| CCNE | Centro de Ciências Naturais e Exatas |
| CCR | Centro de Ciências Rurais |
| CCS | Centro de Ciências da Saúde |
| CSSH | Centro de Ciências Sociais e Humanas |
| CEFD | Centro de Educação, Centro de Educação Física e Desportos |
| CEMPRE | Compromisso Empresarial para Reciclagem |
| COMPLANA | Comissão de Planejamento Ambiental |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| CT | Centro de Tecnologia |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| GIRSU | Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos |
| IBAM | Instituto Brasileiro de Administração Municipal |
| IBERO | Universidade Iberoamericana da Cidade do México |
| INEP | Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira |
| NBR | Norma Brasileira |
| PGRS | Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| PROINFRA | Pró-Reitoria de Infraestrutura |
| PUC | Pontifícia Universidade Católica |
| RU | Restaurante Universitário |
| UAM-A | Universidade Autônoma Metropolitana |
| UCS | Universidade de Caxias do Sul |
| UFSM | Universidade Federal de Santa Maria |
| UJI | Universitat Jaume I |
| UnB | Universidade de Brasília |
| UNBC | University of Northern British Columbia |
| UNEP | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente |
| UNIPAMPA | Universidade Federal do Pampa |
| UoS | Universidade de Southampton |
| USP | Universidade de São Paulo |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. | OBJETIVO | 15 |
| 1.1.1. | Objetivo Geral | 15 |
| 1.1.2. | Objetivo Específico | 15 |
| 1.2. | JUSTIFICATIVA..... | 16 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 2.1. | RESÍDUOS SÓLIDOS | 18 |
| 2.2. | ASPECTOS GERAIS OBSERVADOS NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR DO BRASIL | 19 |
| 2.3. | ESTUDOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DE DIFERENTES PAÍSES | 24 |
| 2.4. | PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS UTILIZADOS PARA A CARACTERIZAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS | 26 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 31 |
| 3.1. | ÁREA DE ESTUDO | 31 |
| 3.2. | GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA UFSM | 33 |
| 3.3. | DIAGNÓSTICO DO FLUXO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | 34 |
| 3.4. | PLANO DE AMOSTRAGEM..... | 35 |
| 3.4.1. | Caraterização qualitativa dos resíduos sólidos gerados | 37 |
| 3.4.2. | Coleta de dados quantitativos dos resíduos sólidos gerados | 40 |
| 3.4.3. | Análise estatística | 41 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 42 |
| 4.1. | DESCRIÇÃO GERAL DA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS | 42 |
| 4.2. | TAXA DE GERAÇÃO E VOLUME DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS E NÃO RECICLÁVEIS DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM | 49 |
| 4.3. | COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E VOLUMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM..... | 52 |
| 4.4. | GERAÇÃO UNITÁRIA DAS EMBALAGENS MAIS CONSUMIDAS NA UNIDADE UNIVERSITÁRIA | 62 |
| 5 | CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES | 67 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 69 |

1 INTRODUÇÃO

O aumento na produção de resíduos sólidos, juntamente com o rápido crescimento da população urbana, acompanhado pela falta de planejamento das administrações municipais no tocante a prestação de serviços de saneamento, acarretaram em graves implicações ambientais sobre a saúde pública (PHILIPPI JUNIOR; AGUIAR, 2005). Buscando orientar a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, elaborou-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12305/2010. Ela determina, entre outras coisas, a responsabilidade de pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado pelo desenvolvimento de ações efetivas no gerenciamento dos resíduos sólidos gerados por meio de suas atividades.

Contudo, o gerenciamento dos resíduos sólidos representa um desafio permanente para as organizações, com investimentos contínuos e equipes especializadas para o seu adequado planejamento, execução, manutenção e fiscalização das medidas de manejo implementadas. Além disso, as etapas envolvidas no manejo dos resíduos sólidos dependem principalmente da participação e colaboração dos produtores deste descarte.

Entre essas organizações, as universidades são instituições de educação superior nas quais as atividades de ensino, pesquisa e extensão ocorrem de forma indissociada (BRASIL, 2006a). A formação de profissionais de nível superior abrange estudos sistemáticos dos temas e problemas mais relevantes para ciência, cultura, região ou país. Portanto, essas instituições têm a obrigação ética e moral em desenvolver ações voltadas para a proteção ambiental, incluindo esforços direcionados ao gerenciamento de resíduos, tornando-se desta forma um exemplo para os estudantes e a comunidade (VEGA et al., 2008).

As universidades enquadram-se como instituições prestadoras de serviço equiparadas a pequenos núcleos urbanos, nas quais são gerados resíduos sólidos com características semelhantes aos resíduos sólidos urbanos, industriais, de serviços de saúde, construção civil e agrossilvopastoris (SOUZA, 2005). Portanto, para identificar a variabilidade de resíduos sólidos gerados a partir de suas atividades é necessário que um amplo e dinâmico estudo de caracterização, quantificação e distribuição desses materiais seja realizado, possibilitando a implantação de medidas que reduzam sua geração (GALLARDO et al., 2016).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) (BRASIL, 2010) é o instrumento de gestão que irá conter um diagnóstico detalhado do gerenciamento de resíduos sólidos das instituições, possibilitando que programas, metas e ações sejam direcionadas para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Portanto, estudos de caracterização de resíduos sólidos nas instituições de ensino superior são essenciais para promover adequadas alternativas de manejo dos resíduos sólidos localmente.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em processo de elaboração e estruturação do seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, busca realizar estudos e ações que forneçam subsídios para a gestão dos seus resíduos sólidos. Portanto, visando contribuir com informações que permitam embasar a tomada de decisão pelos gestores realizou-se o diagnóstico dos resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis na unidade universitária do Centro de Tecnologia, no qual concentram-se áreas do conhecimento voltadas para a engenharia, computação, arquitetura e urbanismo.

1.1. OBJETIVO

1.1.1. Objetivo Geral

Realizar o diagnóstico dos resíduos sólidos produzidos em uma unidade universitária de ensino superior fornecendo um conjunto de dados que darão suporte ao sistema de gestão.

1.1.2. Objetivo Específico

- Identificar o fluxo de resíduos sólidos não recicláveis e recicláveis no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
- Determinar quanti-qualitativamente os resíduos sólidos não recicláveis e recicláveis produzidos no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
- Verificar a variabilidade na produção de resíduos sólidos não recicláveis e recicláveis, para os diferentes períodos letivos durante o ano acadêmico, no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
- Identificar os principais itens descartados no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria visando a proposição de ações de redução.

1.2. JUSTIFICATIVA

Conforme Vega et al. (2008) para que a implementação de programas de gerenciamento de resíduos obtenha sucesso é imprescindível o estudo de caracterização desses materiais, pois, a partir destes será possível estabelecer as melhores alternativas de manejo e gerenciamento dos resíduos sólidos gerados localmente. Tais estudos fornecerão informações valiosas que permitem reduzir e recuperar os resíduos nas principais áreas operacionais de uma instituição (SMYTH et al., 2010).

Geralmente, a preocupação das instituições está voltada para o rigoroso controle e monitoramento dos resíduos considerados perigosos, porém o mesmo não é observado para os resíduos não recicláveis, coletados normalmente pelo município (GALLARDO et al., 2016).

A Lei 12305/2010 (BRASIL, 2010) em seu art. 20, menciona que estabelecimentos prestadores de serviços que gerem resíduos perigosos e/ou não recicláveis em volume superior aos domiciliares, deverão elaborar planos de gerenciamento de resíduos específicos, contendo entre os requisitos mínimos a origem, volume e caracterização dos resíduos e seus passivos ambientais associados.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) compreende quatro campi, distribuídos nas cidades de Frederico Westphalen, Palmeira das Missões, Cachoeira do Sul e Santa Maria, onde localiza-se a sede. O corpo discente da instituição é constituído por 27437 estudantes, além de contar com 1967 docentes e 2743 técnicos administrativos em educação, considerando-se todas as modalidades de ensino (UFSM, 2018).

Em relação a gestão de resíduos sólidos, a UFSM ainda não elaborou seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Portanto, faltam dados referentes ao diagnóstico detalhado quanto a origem e periculosidade dos diferentes tipos de resíduos gerados nas áreas operacionais da instituição. Ressalta-se que os resíduos perigosos apresentam um gerenciamento diferenciado por meio da terceirização desse serviço, realizando-se o controle quali-quantitativo dos resíduos gerados em cada prédio. Porém, observa-se a inexistência de registros de dados relativos à geração e caracterização dos resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis produzidos na instituição.

Outro ponto é a necessidade de adequação da instituição ao disposto no decreto nº 5940/2006 (BRASIL, 2006b), visando ações de gerenciamento baseadas na separação dos resíduos recicláveis, para que sejam doados a associações e cooperativas de catadores. Para adequar-se a normativa, a universidade firmou um acordo por meio de um Termo de Compromisso com algumas associações do município para a coleta de metais, papéis, plásticos e vidros em diferentes pontos cadastrados dentro do campus (UFSM, 2016a). Portanto, o estudo de caracterização dos resíduos recicláveis e não recicláveis contribui para a verificação da qualidade do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos adotado na instituição, fornecendo dados relevantes para a coleta seletiva de materiais.

Entre os campi citados, o campus sede concentra a maior parte das atividades acadêmicas e administrativas, com uma população de 24387 estudantes, 1704 docentes, 2613 técnicos administrativos em educação e 999 funcionários terceirizados, com uma extensão de 1863,57 hectares e 281614 m² de área construída. Este campus compreende oito unidades universitárias que concentram uma população de 23536 habitantes e são divididas conforme áreas afins do conhecimento em: Centro de Artes e Letras (CAL), Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE), Centro de Ciências Rurais (CCR), Centro de Ciências da Saúde (CCS), Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH), Centro de Educação, Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), Centro de Educação (CE) e Centro de Tecnologia (CT) (UFSM, 2014). O CCSH e CT concentram a maior parte da população de estudantes e servidores associados as unidades universitárias, com 20 e 17,4%, respectivamente do valor total (UFSM, 2018).

Desse modo, escolheu-se como base para o levantamento de dados quanti-qualitativos dos resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis da instituição, a unidade universitária do Centro de Tecnologia. Com a segunda maior população associada as unidades universitárias, desenvolve diferentes pesquisas e atividades nas áreas de engenharia, computação, arquitetura e urbanismo gerando resíduos sólidos de natureza variada.

Nesse contexto, é fundamental o levantamento destes dados para a posterior elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) com estratégias visando uma gestão efetiva, eficiente e eficaz dos resíduos sólidos gerados na instituição.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12305/2010, conceitua resíduos sólidos como:

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Quanto à origem, a PNRS (BRASIL, 2010) classifica os resíduos sólidos em onze categorias: domiciliares, limpeza urbana, urbanos, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, serviços públicos de saneamento básico, industriais, serviços de saúde, construção civil, agrossilvopastoris, serviços de transporte e mineração.

Já a NBR 10004/2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a) classifica os resíduos sólidos de acordo com a sua periculosidade, enquadrando-os como resíduos perigosos (classe I) ou resíduos não perigosos (classe II), baseado em suas características físicas, químicas e biológicas. (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos quanto ao seu potencial risco ao meio ambiente e a saúde humana.

| Classificação | Categoria | Subcategoria | Características |
|----------------------|------------------|---------------------|--|
| Resíduos classe I | Perigosos | - | Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade |
| Resíduos Classe II | Não perigosos | A – Não Inerte | Biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água |
| | | B - Inertes | Não apresenta constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas |

Fonte: Adaptado pela autora de Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004a.

Conforme o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, elaborado pela ABRELPE (2016), a geração de resíduos sólidos urbanos no país em 2016 apresentou uma queda de 2% em relação ao ano de 2015, girando em torno de 214.405 t.dia⁻¹. Esse dado representa o descarte de mais de um quilograma por pessoa diariamente, que tem como principal destinação aterros sanitários (58,4%), aterros controlados (24,2%) e lixões (17,4%), em virtude dos baixíssimos índices de reciclagem registrados no país (ABRELPE, 2016).

O principal instrumento de gestão que norteia a escolha das ações para o adequado manejo dos resíduos é o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRSS). A PNRS (BRASIL, 2010), por meio dos artigos 20 e 21 estabelece quais são os geradores sujeitos a sua elaboração, assim como o conteúdo mínimo necessário que deve ser abordado. Entre os órgãos que apresentam a obrigatoriedade na elaboração deste documento, instituições públicas de ensino superior se enquadram como estabelecimentos de prestação de serviço. Estes locais caracterizando-se pela geração de resíduos perigosos e não perigosos, que por sua natureza, composição e volume não podem ser equiparados aos resíduos domiciliares de responsabilidade do poder público municipal.

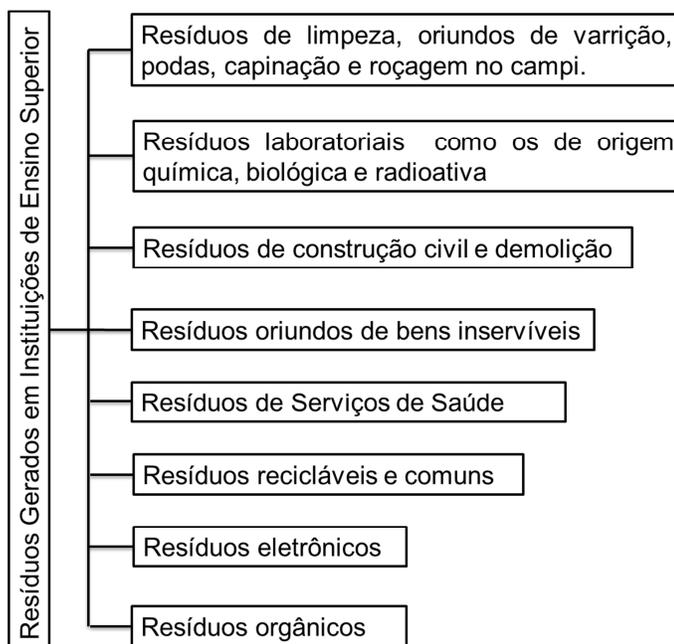
2.2. ASPECTOS GERAIS OBSERVADOS NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR DO BRASIL

Conforme dados levantados pelo Censo da Educação Superior de 2016 (INEP, 2017), no país estão registradas 107 instituições públicas sob administração federal. São concebidas por meio de iniciativas do Poder Executivo, através de um projeto de lei encaminhado ao Congresso Nacional, tornam-se autônomas em suas pesquisas, podendo desenvolver projetos que visem a inovação no gerenciamento integrado de resíduos, e conseqüentemente sendo referência para os demais setores.

De uma forma geral, as instituições de ensino superior enfrentaram ao longo dos anos expansões em sua infraestrutura, acompanhadas de um rápido aumento em sua população, gerando problemas ambientais significativos pela falta de planejamento (ZHANG et al., 2011), principalmente problemas relacionados ao gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos.

As universidades são comparadas a pequenos núcleos urbanos em função do seu complexo arquitetônico e urbanístico, podendo apresentar em sua infraestrutura instalações que compreendem hospitais, restaurantes universitários, moradia estudantil, bibliotecas, unidades universitárias, laboratórios que incluem os mais variados tipos de análises, centros para a realização de eventos, áreas desportivas, recreativas e de lazer, entre outros. Desta forma, a geração de resíduos apresenta uma grande heterogeneidade quanto a sua origem e periculosidade (Figura 1).

Figura 1 – Classificação dos resíduos sólidos quanto as diferentes origens observadas em instituições de ensino superior.



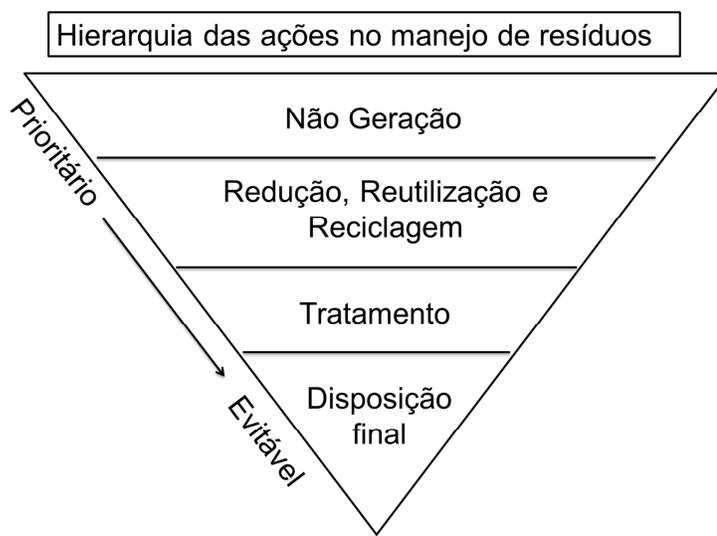
Fonte: Adaptado pela autora de SOUZA (2005).

A organização das etapas envolvidas no correto manejo desses resíduos constitui-se basicamente em estudos preliminares relativos a sua caracterização, por meio do diagnóstico das fontes de geração. Desta forma, as etapas posteriores de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final podem ser planejadas com base na maior redução possível dos impactos ambientais associados à sua manipulação.

Além disso, a PNRS (BRASIL, 2010) determina que seja considerada uma hierarquização para decisões nas etapas de planejamento e implementação de

sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos, priorizando a não geração, identificação de fontes de redução, recuperação e reciclagem, tratamento e por último a disposição final dos resíduos em aterros sanitários (Figura 2).

Figura 2 – Hierarquização estabelecida na gestão de resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado pela autora da PNRS (BRASIL, 2010).

Instituições como a Universidade de São Paulo (USP) mantêm programas de reciclagem, voltados para atividades e orientações quanto a incorporação de novos hábitos de consumo pela comunidade universitária, como parte integrante do modelo de gestão dos seus resíduos sólidos (LEMES et al., 2012). Algumas ações que a universidade tem implementado por meio do programa “USP Recicla – da Pedagogia à Tecnologia” é a elaboração do diagnóstico da situação atual dos resíduos de suas unidades. Salienta-se também a máxima minimização na geração de resíduos por meio de ajustes na aquisição de compras de materiais, disponibilização de guias para a comunidade acadêmica com as características, procedimentos, recomendações de minimização e aspectos legais e normativos para cada tipo de resíduo descartado na instituição, integração de todos os usuários por meio de palestras, projetos de intervenção, minicursos, entre outros.

Estudos preliminares realizados com base na quantificação e caracterização dos resíduos sólidos não recicláveis em Instituições de Ensino Superior indicam um elevado percentual de reciclagem para papéis, papelão, plásticos e matéria orgânica

(Quadro 2). Quanto aos dados de geração, os maiores valores são encontrados no início da semana, variando conforme a população e delimitação da área de estudo.

Estudos indicam altos percentuais de resíduos recicláveis em Instituições de Ensino Superior, girando em torno de 80% (Quadro 2). Duraes et al. (2017), identificou no campus de Planaltina, pertencente a Universidade de Brasília, a necessidade de educação ambiental para orientar quanto ao descarte adequado dos resíduos. O mesmo foi sugerido por Yoshida et al. (2017), que ao realizar os estudos no campus de Londrina, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), verificou que para manter a qualidade dos resíduos recicláveis é necessário intensificar ações de sensibilização com a comunidade acadêmica.

Logo, o envolvimento da comunidade acadêmica com projetos que visam melhorar os processos de segregação dentro das instituições é o maior desafio enfrentado pelos gestores, pois este hábito é adquirido gradualmente, na medida em que mudanças de mentalidade são alcançadas, refletindo em comportamentos insustentáveis dentro dessas instituições (ESPINOSA et al., 2008; VELAZQUEZ et al., 2005). Outros fatores, que dificultam a execução desses projetos, é a falta de padronização dos processos, gestão descentralizada, alta rotatividade de alunos, e processos burocráticos (VELAZQUEZ et al., 2005).

Quadro 2 – Estudos sobre resíduos sólidos realizados em instituições de ensino superior no Brasil.

| Autores | Estado | Instituição | Campus | População | Geração semanal | Resíduos coletados no período amostral | Período amostral | Potencial de reciclagem | Caracterização |
|-----------------------|---------------|--|-----------------------|------------------|------------------------|---|-------------------------|--------------------------------|---|
| Duraes et al. (2017) | DF | Universidade de Brasília (UnB) | Planaltina | 1.602 | 1.03 ton | 4.12 ton | 25 dias | 73% | Papelão, plástico, papel, tetrapak, isopor, lata de alumínio, orgânico |
| USP (2006) | SP | Universidade de São Paulo (USP) | Escola técnica (POLI) | 17.337 | 14.67 ton | 14.67 ton | 7 dias | 52.7% | Papel/papelão, plástico, Tetra Park, alumínio, outros metais, vidro, borracha, tecido, eletrônico, madeira, entulho, varrição, não reciclável |
| YOSHIDA et al. (2017) | PR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) | Londrina | 2.000 | 0.025 ton | 0.10 ton | 25 dias | 88% | Plástico, papel, papelão, metal e rejeitos |
| RUBERG et al. (2009) | RS | Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) | São Gabriel | 420 | 0.011 ton | 0,046 ton | 29 dias | - | - |
| VITALLI et al. (2014) | RS | Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) | Santa Maria | 2.573 | 0.030 ton | 0.06 ton | 10 dias | 60% | Matéria orgânica, resíduo reciclável e resíduo não reciclável |

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3. ESTUDOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DE DIFERENTES PAÍSES

Os estudos desenvolvidos em diferentes universidades ao redor do mundo indicam que os principais materiais descartados nesses ambientes são papéis, plásticos e matéria orgânica, merecendo atenção especial quanto a necessidade de ações voltadas para sua recuperação e redução na fonte. Em sua grande maioria o período definido para a coleta de dados concentra-se em um ano, nos meses de máxima e mínima geração de resíduos sólidos. As taxas de geração foram bastante variáveis, principalmente em função do delineamento da área de estudo, população e representatividade da amostra, porém os percentuais referentes ao potencial de reciclagem desses resíduos mostraram-se equivalentes em todas as instituições. No Quadro 3 estão listados alguns estudos realizados em diferentes instituições ao redor do mundo.

Conforme Adeniran et al. (2017), na Universidade de Lagos são desenvolvidas políticas que incentivam a reciclagem, focando na eliminação de resíduos desnecessários gerados na fonte. Entre suas ações, pode-se citar o fornecimento de sacolas ecológicas a preço de custo para os alunos.

Na Universidade de Swansea, localizada no país de Gales, a redução na quantidade de copos descartáveis obteve sucesso com a realização de programas como “lug-a-mug” (traga sua caneca) (HARRIS; PROBERT, 2009). Os autores apontam a importância na divulgação das ações de sustentabilidade por meio da aplicação de questionários à comunidade acadêmica, focando nos principais fatores que levariam os alunos e funcionários a participar do projeto.

No México, a universidade Autônoma Metropolitana (UAM-A), implementou em seu campus universitário de Azcapotzalco, um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos Integrado, estruturado nas etapas de diagnóstico, definição dos objetivos e três fases de execução (ESPINOSA et al., 2008). Para o delineamento do projeto, o conhecimento da quantidade, composição e fontes de geração dos resíduos sólidos permitiu analisar as melhores formas de intervenção para a coleta seletiva de recicláveis. Os autores apontam que as maiores dificuldades de execução do projeto envolveram suporte técnico e financeiro, adequação com a legislação local, participação da comunidade acadêmica e capacitações.

Quadro 3 – Estudos realizados em instituições de ensino superior em diferentes países do mundo.

| Autores | País | Instituição | Campus | População | Geração diária | Resíduos coletados no período amostral | Período amostral | Potencial de reciclagem | Caracterização |
|------------------------|-------------|--|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---|-------------------------|--------------------------------|--|
| Adeniran et al. (2017) | Nigéria | University of Lagos | Unilag Akoka | 87.000 | 32.2 ton | 11.719 ton | 12 meses | 75% | Sacolas de polietileno, papéis, matéria orgânica, plásticos, materiais inertes, resíduos sanitários, têxteis, outros, couro, metais, vidros, resíduos eletrônicos |
| Gallardo et al. (2016) | Espanha | Universitat Jaume I (UJI) | - | 17.792 | 0.81 ton | 25.92 ton | 3 meses | 71.75% | Plástico, papelão sujo, papelão limpo, papéis limpos, papéis sujos, matéria orgânica, tetra Pak, materiais inertes, resíduos sanitários/celulose, esfregões e couro, metais, vidro, resíduos perigosos |
| Aragaw et al. (2016) | Etiópia | Bahir Dar University | Bahir Dar Institute of Technology | 7.772 | 1.95 ton | 144.3 ton | 4 meses | 74% | Papéis e papelões, metais, construção/demolição, plásticos, vidros, outros, matéria orgânica, resíduos perigosos |
| Smyth et al. (2010) | Canadá | University of Northern British Columbia (UNBC) | Prince George | 5.738 | 0.23 ton | 2.48 ton | 2 meses | 70,95% | Metais ferrosos, metais não ferrosos, papéis impressos, papéis misturados, papelão ondulado vermelho, papéis novos, papéis toalha, copos descartáveis de bebidas quentes, plásticos, recipientes para bebidas, plástico durável, recipientes de leite, poliestireno expandido, vidro |

Fonte: Elaborado pela autora.

A universidade de Southampton (UoS), na Inglaterra, desenvolveu uma abordagem estratégica para conter os desperdícios gerados no sistema de gerenciamento dos seus resíduos sólidos (ZHANG ET AL., 2011). Suas ações basearam-se em investimentos na infraestrutura, prestação de serviços e mudanças comportamentais pela análise do contexto político, econômico, social, tecnológico, jurídico e ambiental, utilizando a ferramenta PESTEL (ZHANG ET AL., 2011). O primeiro passo envolveu o reconhecimento das fontes e a caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos gerados, para que desta forma os recipientes fossem distribuídos em locais estratégicos para a recuperação efetiva desses materiais. Como resultado, a universidade alcançou ao longo de quatro anos uma taxa de reciclagem de 72% dos resíduos gerados.

Ressalta-se que em diversos estudos as instituições beneficiam-se com a venda dos materiais recicláveis, retornando como uma fonte de lucro para seus projetos. Na legislação brasileira essa prática não pode ser realizada por órgãos e entidades da administração pública federal, que são obrigados via decreto, destinar os resíduos recicláveis às associações e cooperativas de catadores por meio do sistema de coleta seletiva solidária (BRASIL, 2006b). Outro fator que influencia o processo de gestão, é a responsabilidade da universidade na destinação final dos resíduos não recicláveis em aterros sanitários ou incineradores, pela terceirização desses serviços com elevados custos associados, levando a esforços na diminuição da geração desses materiais nos campi.

Ainda que os estudos indiquem diferentes formas de manejo e gerenciamento dos resíduos nas Instituições de Ensino Superior, todos tem em comum a etapa inicial de diagnóstico e caracterização dos resíduos sólidos.

2.4. PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS UTILIZADOS PARA A CARACTERIZAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O diagnóstico preliminar dos resíduos sólidos busca identificar e avaliar a situação dos principais fluxos de resíduos gerados em um determinado empreendimento ou atividade. Nesta etapa são verificados os procedimentos internos adotados para a manipulação dos diferentes tipos de resíduos existentes, como sua frequência de coleta, formas de acondicionamento, armazenamento e

destinação, além dos procedimentos operacionais padronizados estabelecidos para o seu manuseio.

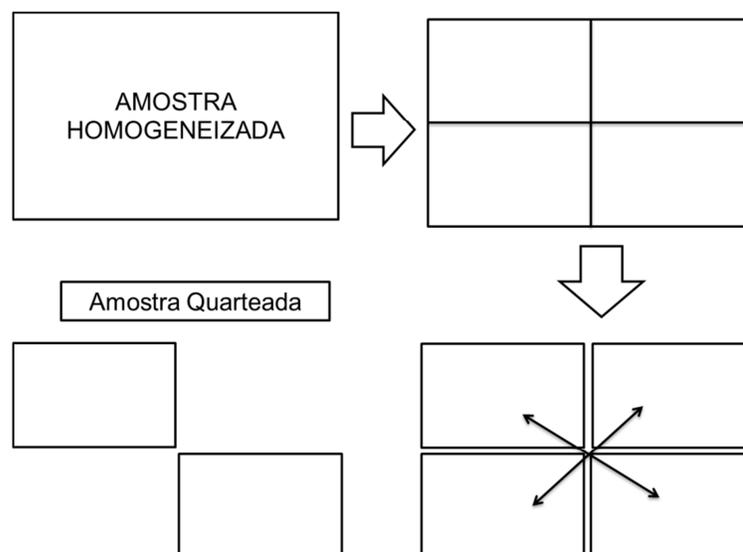
Conforme o Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente (UNEP) (2009), a quantificação dos resíduos pode ser determinada pela medição direta nos pontos de geração, verificação de registros, através do levantamento de veículos coletores ou pelo controle realizado nas unidades de disposição final. Quanto à composição, as amostras podem ser misturadas a partir da coleta de determinados pontos de geração ou nas unidades de disposição final, outra forma é considerando uma abordagem por meio da sua caracterização visual, geralmente utilizada quando a massa de resíduos apresenta um padrão homogêneo.

A escolha da melhor técnica para a determinação quantitativa dos resíduos envolve o período de tempo e recursos disponíveis para a pesquisa, além da precisão necessária dos dados coletados (CCME, 1996). Avaliações baseadas apenas na caracterização visual fornecem informações gerais sobre o fluxo de resíduos no estabelecimento, enquanto as avaliações por meio da classificação e pesagem de cada componente permitem elaborar planos com ações de redução dos resíduos sólidos (CCME, 1996).

As variações sazonais influenciam fortemente no tipo, quantidade, composição e taxas de geração de resíduos sólidos produzidos em um determinado período (ARAGAW; WONDIMNEW; ASMARE, 2016). Outros fatores que afetam a sua composição é o tipo de segregação adotada na fonte, nível de renda, nível educacional, poder aquisitivo, padrões de consumo e os hábitos e costumes da população em estudo (CEMPRE, 2010; EDJABOU et al., 2015).

A NBR 10007/2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b), estabelece a técnica de quarteamento para a amostragem dos resíduos sólidos. Essa técnica consiste na mistura de alíquotas dos resíduos, de forma homogênea, que serão reduzidos pela divisão da amostra bruta em quatro partes iguais (os quartis), tomando-se para a caracterização dois quartis opostos entre si (Figura 3). Esse procedimento é realizado até que seja obtido o volume final desejado, para a realização da composição física da amostra, obtida pela pesagem individual de cada classe de resíduos selecionada para a avaliação.

Figura 3 – Procedimentos adotados na técnica de quartejamento para caracterização dos resíduos sólidos urbanos



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto à composição gravimétrica, os resíduos sólidos de instituições de ensino superior caracterizam-se pelos altos percentuais associados ao fluxo de resíduos orgânicos e papel/papelão (Tabela 1).

Na Tabela 1, o expressivo valor de resíduos orgânicos obtido por Gomes (2009), Morales (2012) e Gallardo et al. (2016) está associado principalmente a massa de resíduos de varrição, incluída em seus estudos, além da contribuição de resíduos provenientes dos restaurantes e lanchonetes dos campi.

Em relação aos plásticos, o estudo conduzido na Universidade de Lagos identificou que essa categoria representa o maior fluxo de resíduos no campus de Akoka, em função do elevado consumo de água em embalagens de polietileno de baixa densidade (saquet water) (ADENIRAN et al., 2017). Nesse campus também foi observado um dos menores valores percentuais para a categoria de papel/papelão, justificada pela alta contaminação desses materiais na fonte por outros tipos de resíduos (ADENIRAN et al., 2017). Na UCS, o baixo percentual de papel nos resíduos não recicláveis é atribuído a existência de um programa de coleta interno para essa categoria, desviando na fonte altas taxas desses materiais (FINKLER et al., 2014).

Tabela 1 – Breve revisão das principais categorias de resíduos sólidos obtidas em estudos de composição gravimétrica em diferentes instituições de ensino superior (% em peso).

| Universidade | Orgânicos | Papel/papelão | Vidro | Metal | Plástico | Eletrônicos | Não recicláveis | Isopor | Banheiro | Outros* | Total |
|------------------------------------|-----------|---------------|-------|-------|----------|-------------|-----------------|--------|----------|---------|-------|
| UNBC ^a | 21,6 | 29,1 | 0,1 | 0,7 | 8,1 | 0,2 | 28,4 | 0,8 | - | 11 | 100 |
| Puc-Rio ^b | 57 | 26 | - | 1 | 9 | - | - | - | - | 7 | 100 |
| UCS ^c | 38,54 | 9,37 | 0,13 | 0,72 | 8,36 | - | 9,60 | - | 31,92 | 1,36 | 100 |
| IBERO ^d | 52,62 | 22,13 | 2,33 | 3,16 | 7,85 | - | - | 0,31 | 3,5 | 8,1 | 100 |
| UJI ^e | 45,83 | 33,64 | 2,01 | 3,87 | 12,44 | - | - | - | 0,25 | 1,95 | 100 |
| Universidade de Lagos ^f | 15 | 15 | 2 | 3 | 33 | 0 | - | - | 7 | 25 | 100 |
| UnB ^g | 33 | 33 | - | 3 | 24 | - | - | 2 | - | 5 | 100 |

^a Universidade do Norte da Colúmbia Britânica (UNBC)/Campus Prince George (SMYTH et al.; 2010)

^b Pontifícia Universidade Católica (PUC)/Campus da Gávea (GOMES; 2009);

^c Universidade de Caxias do Sul – RS/Campus sede (FINKLER et al.; 2014)

^d Universidade Iberoamericana da Cidade do México/Campus Sede (MORALES; 2012)

^e Universidade Jaume I (UJI)/Campus Sede (GALLARDO et al.; 2016)

^f Universidade de Lagos/Campus Akoka (ADENIRAN et al.; 2017)

^g Universidade de Brasília/Campus da Faculdade UnB Planaltina (FUP) (DURAES et al.; 2017)

* Reuniu a soma de categorias menores não especificadas na tabela e/ou representava uma categoria dentro do estudo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação às taxas de geração de resíduos sólidos, identifica-se uma certa variabilidade entre os estudos (Tabela 2). A maior taxa de geração foi verificada nos estudos de Morales (2012), correspondente a $330 \text{ g.usuário}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, na qual foram incluídos resíduos não recicláveis, recicláveis, sanitários, de jardinagem e lodos oriundos da planta de tratamento de água da instituição. Já as menores taxas, correspondentes aos estudos de Gallardo et al. (2016) e Vega et al. (2008), foram conduzidos considerando apenas a fração de resíduos não recicláveis destinados para a coleta municipal.

Tabela 2 – Taxas de geração de resíduos sólidos obtida em diferentes instituições de ensino superior.

| Autor | País | Universidade | Campus | Taxa de geração diária ($\text{g.usuário}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) |
|-----------------------------|---------|--------------|---------------|---|
| Morales (2012) ^a | México | IBERO | Sede | 330 |
| Gomes (2009) | Brasil | PUC-Rio | Gávea | 120 |
| Duraes et al. (2017) | Brasil | UnB | Planaltina | 90 |
| Smyth et al. (2010) | Canadá | UNBC | Prince George | 59,20 |
| Finkler et al. (2014) | Brasil | UCS | Sede | 54,22 |
| Vega et al. (2008) | México | UABC | Mexicali I | 45,60 |
| Gallardo et al. (2016) | Espanha | UJI | Sede | 45,58 |

^aTaxa de geração típica máxima

Fonte: Elaborado pela autora.

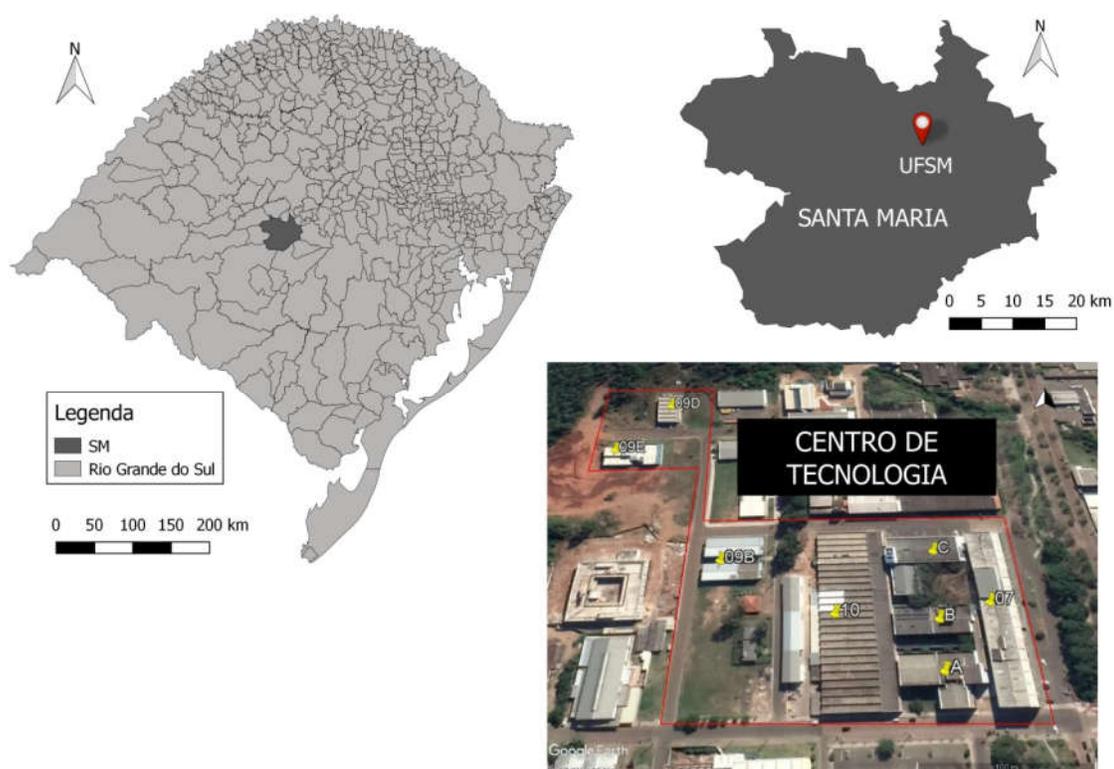
É importante salientar que para comparar os resultados de taxa de geração e composição de diferentes instituições de ensino superior é necessário que o todo o contexto no qual elas estão inseridas seja avaliado conjuntamente (GALLARDO et al., 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na unidade universitária do Centro de Tecnologia, localizada no campus sede da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria/RS (Figura 4). A finalidade deste centro é desenvolver atividades de ensino, pesquisa, extensão e inovação nas áreas de engenharia, computação, arquitetura e urbanismo.

Figura 4 – Localização da área de estudo no campus sede da Universidade Federal de Santa Maria.



Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme UFSM (2018), o CT engloba quatorze cursos de graduação, sete programas de pós-graduação e treze departamentos (Quadro 4), atendendo uma população de 4128 habitantes, composta por 3045 alunos de graduação, 195 alunos

de doutorado, 364 alunos de mestrado, 180 alunos de especialização (EAD), 225 docentes, 94 técnicos administrativos e 25 funcionários terceirizados.

Quadro 4 – Cursos de graduação, programas de pós-graduação e departamentos associados ao Centro de Tecnologia da UFSM.

| Graduação | Pós-Graduação (PG) | Departamentos |
|--|--|---|
| -Arquitetura e Urbanismo -Engenharia Civil -Engenharia Mecânica -Engenharia Acústica -Engenharia de Computação -Engenharia de Produção -Engenharia Sanitária e Ambiental -Ciência da Computação -Engenharia Elétrica -Engenharia Química -Engenharia Aeroespacial -Engenharia de Controle e Automação -Engenharia de Telecomunicações -Sistemas de Informação | -PG em Engenharia Química -PG em Engenharia Civil -PG em Engenharia Elétrica -PG em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo -PG em Engenharia Ambiental -PG em Engenharia de produção -PG em Ciência da Computação | -Expressão Gráfica - DEPG -Arquitetura e Urbanismo - DAU Eletrônica e Computação - DELC -Engenharia Mecânica - DEM -Engenharia de Produção e Sistemas - DPS -Engenharia Química - DEQ -Transportes - DTRP -Eletromecânica e Sistemas de Potência - DESP -Estruturas e Construção Civil - DECC -Processamento de Engenharia Elétrica - DPEE -Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA -Linguagens e Sistemas de Computação - DLSC -Computação Aplicada - DCOM |

Fonte: Adaptado pela autora de UFSM (2018).

A sua área física compreende os prédios 07, 09 (B, D, E), 10 (CTLab), e Anexos A, B e C, totalizando uma área construída de 30422,11 m². Salienta-se que o curso de Arquitetura e Urbanismo é sediado no prédio da Biblioteca Central e as coordenações dos programas de pós-graduação e o Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria (LACESM) localizam-se no prédio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para dar suporte às atividades desenvolvidas, o CT apresenta em sua infraestrutura laboratórios, salas de aula, salas de estudo, salas destinadas a base júnior e diretórios acadêmicos, salas de professores, direção, secretarias, auditórios para a realização de eventos, salas de reunião, gabinetes de projeto, biblioteca setorial, cozinhas setoriais, banheiros, espaços para depósitos de

materiais e serviços licitados com áreas destinadas à lanchonete e serviços de cópia e impressão.

3.2. GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA UFSM

Na UFSM, a gestão dos resíduos sólidos compete a Pró-Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA), que conforme o artigo 43, da resolução 001/09 do Gabinete do Reitor, cabe ao setor coordenar, supervisionar e fiscalizar os serviços de limpeza e recolhimento dos materiais, substâncias, objetos ou bens descartados na instituição. Essa função, dentro da PROINFRA, cabe a Coordenadoria de Obras e Planejamento Ambiental e Urbano (COPA), que por meio do Setor de Planejamento Ambiental realiza a gestão de resíduos sólidos, compreendendo ações de coleta seletiva e logística sustentável.

O Setor de Planejamento Ambiental da universidade também é composto pela Comissão de Planejamento Ambiental (COMPLANA), de caráter consultivo e deliberativo, contando com a participação de membros de diferentes centros, unidades administrativas e setores, discutindo assuntos pertinentes às questões ambientais dos campi da UFSM, possibilitando desenvolver projetos e propor soluções aos problemas verificados. É importante destacar que a gestão de resíduos sólidos é centralizada na PROINFRA, com a ausência de gestores ambientais para a implantação e controle de políticas sustentáveis em cada unidade universitária.

Quanto a separação dos resíduos sólidos equiparados aos domiciliares, a instituição considera três tipos de classes: rejeitos (não recicláveis), resíduos recicláveis e resíduos orgânicos. Para que os usuários consigam realizar o adequado descarte na fonte de geração os coletores são identificados com cartazes e faixas, além de sacos de acondicionamento com cores diferenciadas. Os resíduos recicláveis devem ser acondicionados em sacos coloridos ou transparentes, exceto pretos, destinados aos rejeitos (não recicláveis) e orgânicos. O armazenamento temporário dos sacos até a realização da coleta externa é realizado em contêineres verdes para os resíduos recicláveis e contêineres pretos ou cinzas e lixeiras metálicas para os rejeitos e orgânicos.

Os resíduos recicláveis apresentam uma rota de coleta específica, contemplando 64 pontos dentro da instituição. Os dias destinados para o seu recolhimento são segunda, quarta e quinta-feira, sendo ajustados para cada local

conforme a demanda. A coleta é realizada por dois funcionários terceirizados e os resíduos entregues a três associações: Associação de Seleccionadores de Materiais Recicláveis (ASMAR), Associação de Reciclagem de Seletivo Esperança (ARSELE) e Associação Noêmia Lazzarini, com um sistema de rodízio semanal definido em calendário pelo Setor de Planejamento Ambiental.

A coleta dos rejeitos e resíduos orgânicos é realizada três vezes na semana (segunda, quarta e sexta-feira) pela mesma empresa que coleta os resíduos sólidos municipais. Ressalta-se que os resíduos orgânicos gerados em áreas licitadas destinadas à lanchonetes e restaurantes são enviados diariamente para a unidade de compostagem do Colégio Politécnico da UFSM. A universidade também conta com alguns pontos de entrega voluntária para o descarte de resíduos especiais, como banners de lona, esponjas de louça e resíduos eletrônicos.

3.3. DIAGNÓSTICO DO FLUXO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O diagnóstico do fluxo de resíduos sólidos foi realizado nos prédios 07, 09 (B, D, E), 10 (CTLab), e Anexos A, B e C (Figura 5) e a composição gravimétrica e volumétrica, no prédio 11, conhecido como Gerador de Neutrôns, pertencente ao Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE).

Figura 5 – Localização dos prédios do CT onde foi realizado o diagnóstico do fluxo de resíduos sólidos e o processo de amostragem no campus sede da UFSM.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4. PLANO DE AMOSTRAGEM

O Centro de Tecnologia é uma unidade com funcionamento de segunda a sexta-feira com turno de 12 horas. Os dias letivos são divididos em dois semestres. O primeiro semestre normalmente com início em março e término em julho. O segundo semestre inicia em agosto e termina em dezembro. As atividades em sala de aula param no período de férias compreendendo os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e julho. Não há funcionamento das atividades em dias de feriados nacionais. O período do estudo compreendeu o ano acadêmico de 2018.

Foram escolhidas aleatoriamente cinco semanas para compor as campanhas de amostragem, realizadas durante cinco dias da semana, correspondentes a coleta dos resíduos sólidos nos prédios da área de estudo, abrangendo os meses de janeiro/fevereiro, março, abril, julho e novembro.

Esses meses foram considerados representativos por estarem inseridos dentro de diferentes estações do ano, com temperaturas médias mensais bem

definidas. Durante o ano letivo, janeiro e fevereiro compreendem o período de férias da instituição, março o início das aulas, com a recepção dos calouros, julho o período de exames, e os meses de abril e novembro representam a geração de resíduos referentes ao primeiro e segundo semestre respectivamente, em semanas consideradas com atividades acadêmicas regulares (Quadro 5).

Quadro 5 – Período amostral selecionado para a coleta de dados referente ao ano acadêmico de 2018.

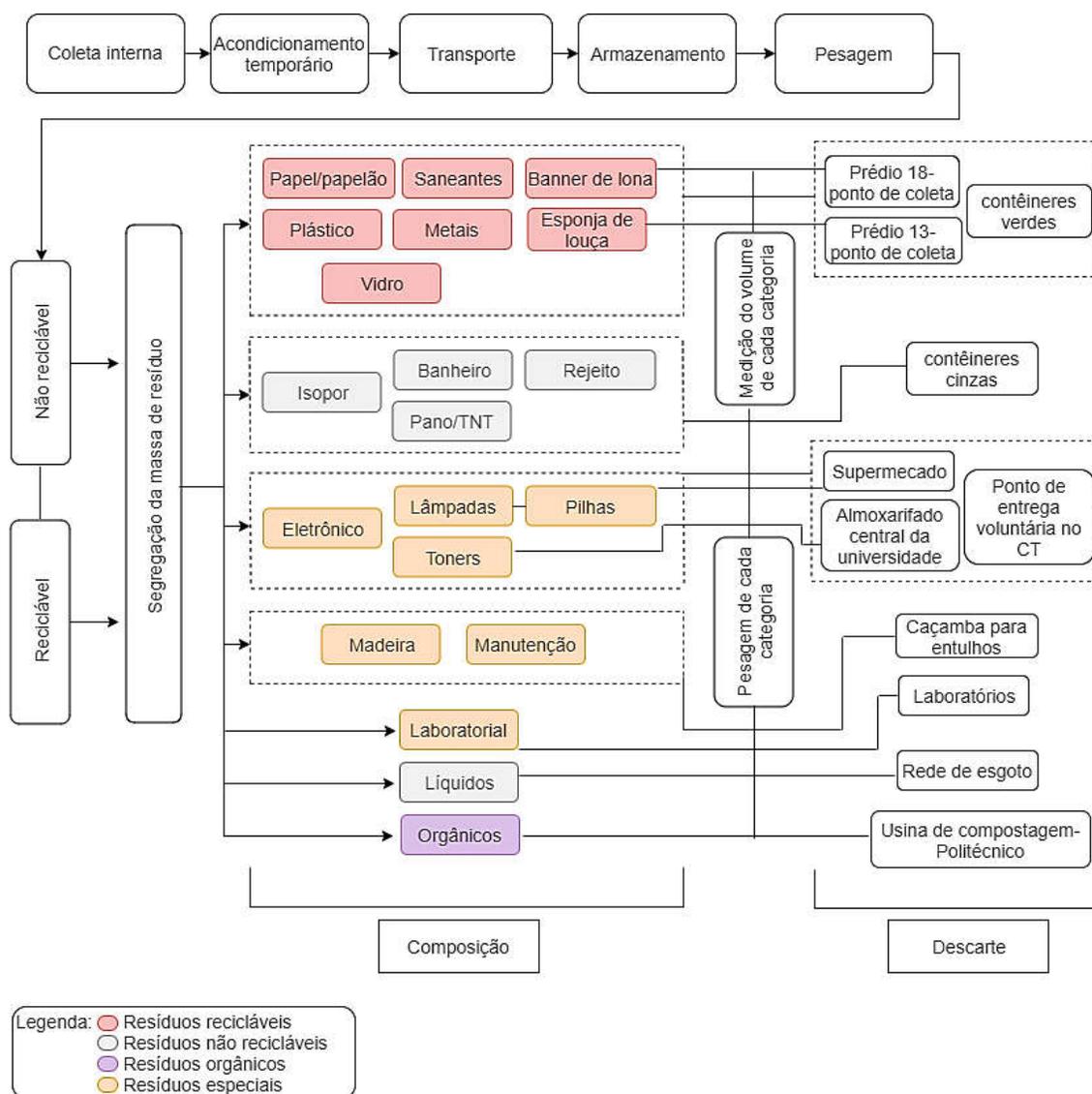
| Mês amostral | Semana | Período letivo característico | Estação do ano característica | Temperatura média (°C)* |
|---------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Janeiro / fevereiro | 29/01 à 02/02 | Férias | Verão | 23,9 |
| Março | 05/03 à 09/03 | Início das aulas | Verão | 22,3 |
| Abril | 23/04 à 27/04 | Primeiro semestre | Outono | 22,8 |
| Julho | 09/07 à 13/07 | Exames | Inverno | 9,4 |
| Novembro | 05/11 à 09/11 | Segundo semestre | Primavera | 23,3 |

*Temperatura média referente a semana amostrada

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto à coleta, foram considerados apenas os resíduos não recicláveis e recicláveis retirados pelos funcionários do serviço de limpeza de cada local amostrado. Eles depositaram os sacos em acondicionamentos temporários estabelecidos em cada prédio. Posteriormente, o pesquisador passava nos locais recolhendo os sacos para pesagem e caracterização dos resíduos no prédio 11, onde foram armazenados temporariamente até o ato da segregação, e descartados adequadamente após sua realização (Figura 6).

Figura 6 – Fluxograma contendo as etapas, desde a coleta até o descarte, do processo de pesagem e caracterização dos resíduos sólidos recicláveis e não recicláveis.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.4.1. Caracterização qualitativa dos resíduos sólidos gerados

Para a análise qualitativa dos resíduos considerou-se a sua forma de acondicionamento para separar as amostras em resíduos não recicláveis e recicláveis, conforme orientações da COMPLANA. Os materiais considerados recicláveis foram aqueles armazenados em sacos plásticos de cor verde, azul,

branco, transparente, amarelo, sacos de estopa, sacos brancos de polietileno de baixa densidade e resíduos sem nenhuma forma de acondicionamento. Enquanto os resíduos não recicláveis foram aqueles acondicionados em sacos plásticos de cor preta.

Para fins de segregação 14 categorias de resíduos foram identificadas: rejeitos, orgânicos, plásticos, papel/papelão, metal, pano/TNT, laboratoriais, saneantes, madeira, isopor, banheiro, eletrônico, manutenção e vidro (Figura 7).

Figura 7 – Principais categorias obtidas a partir da massa total de resíduos sólidos segregada.



Legenda: (a) metais (b) plásticos (c) eletrônicos (d) isopor (e) vidro (f) manutenção, (g) papel/papelão (h) saneantes (i) pano/TNT (j) laboratoriais (l) madeira e (m) orgânicos.

Fonte: Acervo próprio.

Ressalta-se que os residuais líquidos oriundos de garrafas PET, latas de alumínio e embalagens cartonadas longa vida foram quantificados para manter o controle dos dados de pesagem, evitando perdas amostrais pelo seu descarte e valores de pesagem superestimados para a categoria de plásticos, papel/papelão e metais, caracterizados pela presença de uma grande quantidade de recipientes de bebidas.

No Quadro 6 foram especificados os diferentes materiais caracterizados em cada categoria. Foram contabilizadas unidades de itens específicos como copos plásticos descartáveis, copos de isopor, garrafas PET, latinhas de alumínio, embalagens cartonadas longa vida e cápsulas de café, permitindo estabelecer a necessidade de ações de redução do uso dos principais itens consumidos na unidade.

Quadro 6 – Especificação geral dos principais itens caracterizados dentro de cada categoria.

| Categoria | Principais materiais caracterizados |
|-------------------|---|
| Rejeito | Guardanapos de papel, sacos de papel descartáveis para alimentos, embalagens extremamente misturadas com resíduos orgânicos, canetas, borracha, canetões, cápsulas de café, guarda-chuva |
| Orgânico | Erva mate, cascas de frutas, borras de café, plantas, ovos, carnes, massas |
| Plástico | Embalagens plásticas metalizadas (por exemplo: bolachas, salgadinhos, barrinhas de cereal, chocolate, balas), garrafas PET (por exemplo: refrigerantes, água), embalagens de iogurte, vinagre, azeite, canudos, copos, talhares e pratos descartáveis, potes plásticos, sacolas plásticas, pasta e escova de dente, copos de acrílico, vasos plásticos, banners de lona, apagadores |
| Papel/ papelão | Embalagens cartonadas longa vida (por exemplo: leite, sucos, achocolatados), apostilas, livros, memorandos, panfletos, caixas de papelão, caixas pequenas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, projetos, documentos referentes a processos seletivos, papéis fragmentados |
| Metal | Aparelho móvel, cliques metálicos para papel, pregos, latas de alumínio, chaves, talheres, tigela de sobremesa de aço inox, sucatas de ferro, latas de aço para embalagem de alimentos (por exemplo: sardinha, milho, ervilha), marmitex de alumínio, bomba para chimarrão |
| Pano/TNT | Peças de vestuário (por exemplo: calcinhas, cuecas, meias, camisas, cinto), tiras de tecido de persianas verticais, pano removível de rodos, panos Perfex, panos flanelinha, panos de chão, sacolas de TNT, ecobag |
| Laboratorial | Pipetas, ponteiras descartáveis, luvas de procedimento, provetas de vidro, tubos de ensaio, filtros de papel, resíduos amostrais (por exemplo: ceras, caulim, nitrato de prata em pó) e seringas (algumas com a agulha acoplada) |
| Saneantes | Embalagens de detergente, saponáceo, álcool, água sanitária, desinfetantes, esponjas, lã de aço |
| Madeira | Gabaritos de madeira, cabos de vassoura, serragem, bastão de madeira de banners, peças de madeira de parquê |
| Isopor | Copos térmicos de isopor, marmitex de isopor, bandejas de isopor, peças de isopor e isopor picado utilizado em caixas de papelão |
| Banheiro | Papel higiênico, absorventes, fraldas descartáveis |
| Eletrônicos | CD's, disquetes, placas de vídeo, toners, cartuchos, cabos e fios elétricos, carregadores, baterias, celulares, lâmpadas, pilhas, jarra elétrica e fitas de vídeo cassete |
| Manutenção | Sacos vazios de cimentos e cal hidratada, tubos de PVC, lixas, estopas, pincéis, materiais inertes (britas, tijolos, areia) |
| Vidro | Garrafas de cerveja, espumantes, cachaça, sucos e lonk neck, xícaras, copos, vidro quebrado, frascos de perfume, ampolas de vidro para garrafas térmicas, tigelas de porcelana |

Fonte: Elaborado pela autora.

A caracterização foi feita com toda a massa amostral obtida em cada dia de coleta, onde os materiais foram manualmente triados e pesados nas sub-frações adotadas. Salienta-se que foram desconsiderados os erros devido a contaminação durante o processo de classificação e deposição dos resíduos no local de amostragem (EDJABOU et al., 2015).

3.4.2. Coleta de dados quantitativos dos resíduos sólidos gerados

Para a pesagem dos resíduos sólidos foi utilizada uma balança eletrônica da marca Vision, com capacidade de 40 kg e precisão de 2 g, e o volume foi medido utilizando-se dois baldes com capacidade de 30L e 20L, respectivamente (Figura 8). Os dados coletados foram referentes ao peso úmido do resíduo e registrados em um formulário contendo diversas especificações sobre o período de coleta, para posteriormente serem transferidos para uma base de dados.

Figura 8 – Balde volumétrico e balança eletrônica utilizados para a caracterização dos resíduos sólidos durante a segregação.



Fonte: Acervo próprio

A pesagem do percentual de cada categoria das sub-amostras originadas do processo de triagem foi calculada pela Equação 1 (VEGA et al., 2008):

$$PS = \frac{PL}{PT} * 100\%$$

Onde: PS= Percentual de cada sub-categoria (%);

PL= Peso de cada sub-amostra (kg)

PT= Peso total da amostra (kg)

Foram utilizados todos os EPI's necessários para o manuseio dos resíduos como luvas, máscaras, óculos, botas e jalecos. A área de amostragem apresentava piso impermeável, que foi recoberto por uma lona para a disposição dos resíduos depois de realizada a sua coleta manual até o local, evitando desta forma a sua compactação.

3.4.3. Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R (Core Team, 2015). A escolha do teste mais adequado foi feita com base nas pressuposições de normalidade e homocedasticidade dos dados, verificadas pelo teste de Shapiro-Wilk e teste de Bartlett, com nível de significância de 5%. Para dados normais e homocedásticos, aplicou-se o teste de análise de variância (ANOVA). Nos casos em que as pressuposições não foram atendidas, optou-se por utilizar o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Durante a pesquisa observou-se que a coleta interna dos resíduos sólidos pelos funcionários do serviço de limpeza é realizada em sua maior parte no período da manhã, entre 11 e 13 horas. Os sacos coletados são dispostos em contêineres e lixeiras abertas, sendo que cada prédio possui um local diferenciado para sua destinação. Para o armazenamento dos resíduos não recicláveis verificou-se que são utilizados cinco contêineres com capacidade de 1000L e duas lixeiras abertas de 2000 L (Figura 9).

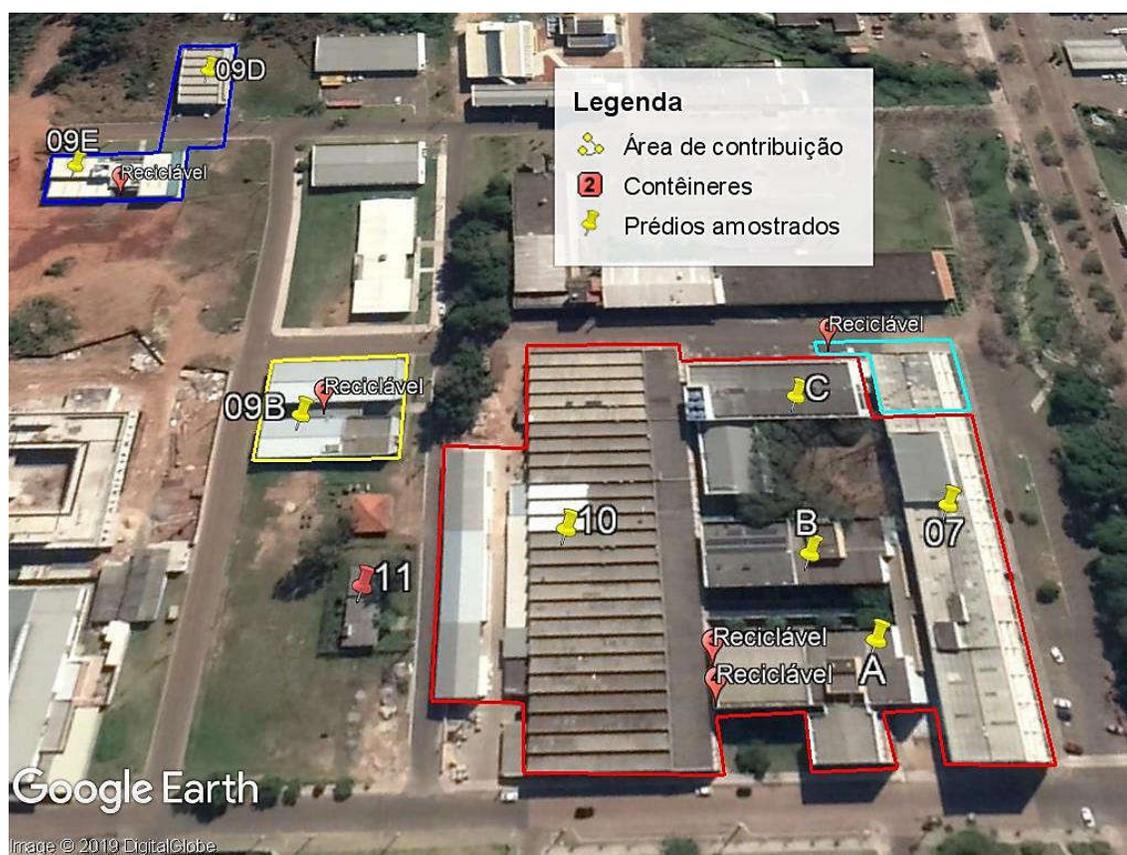
Figura 9 – Localização dos contêineres referentes aos resíduos não recicláveis, e os respectivos prédios de contribuição no Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto aos resíduos recicláveis verificou-se que seu armazenamento é realizado em cinco contêineres de 1000L, diferenciando-se dos não recicláveis pela cor verde (Figura 10). Sua coleta é realizada três vezes na semana (segunda, quarta e quinta-feira) durante o período da manhã, entre 08:00 e 09:00 horas.

Figura 10 – Localização dos contêineres referentes aos resíduos recicláveis, e os respectivos prédios de contribuição no Centro de tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborado pela autora.

Durante o período amostral foram coletados 1936 kg de resíduos sólidos, com uma média diária de $77,4 \text{ kg.dia}^{-1}$ e desvio padrão de $27,5 \text{ kg.dia}^{-1}$. Os materiais foram divididos em recicláveis e não recicláveis, conforme a forma de acondicionamento adotada na universidade (Figura 11).

Figura 11 – Massa de resíduos sólidos coletada diariamente no Centro de Tecnologia da UFSM (a) e dividida em recicláveis (b) e não recicláveis (c).



Fonte: Acervo próprio.

Para facilitar a identificação correta dos resíduos recicláveis a UFSM recomenda a utilização de sacos de lixo coloridos ou transparentes, exceto pretos, destinados para a coleta dos resíduos não recicláveis. Desta forma, 54,3% da massa total coletada classificou-se como resíduo reciclável, com as formas de acondicionamento distribuindo-se da seguinte maneira: 54 sacos azuis, 309 sacos verdes, 13 sacos brancos, 1 saco transparente, 2 sacos amarelos, 9 sacos de estopa, 2 sacos brancos de polietileno de baixa densidade, e resíduos sem nenhuma forma de acondicionamento. Os resíduos não recicláveis representaram 45,6% da massa total de resíduos sólidos coletada e seu acondicionamento é realizado em sacos de cor preta, com 421 unidades coletadas (Tabela 3).

Tabela 3 – Formas de acondicionamento verificadas durante a coleta dos resíduos sólidos no Centro de Tecnologia da UFSM, para os diferentes períodos amostrais.

| Forma de acondicionamento | Tipo de separação | Mês amostral | Unidades coletadas | Peso acumulado (kg) | Média (kg /dia) | Desvio Padrão (kg/dia) |
|---------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------|------------------------|
| Sacos verdes | Reciclável | Janeiro/fevereiro | 12 | 21,3 | 4,2 | 3,4 |
| | | Março | 78 | 156,3 | 31,2 | 10,2 |
| | | Abril | 86 | 210,3 | 42,0 | 8,1 |
| | | Julho | 67 | 137,2 | 27,4 | 12,8 |
| | | Novembro | 66 | 136,1 | 27,2 | 2,9 |
| Sacos pretos | Comum | Janeiro/fevereiro | 75 | 155,1 | 31,0 | 12,8 |
| | | Março | 99 | 184,9 | 36,9 | 17,4 |
| | | Abril | 72 | 146,9 | 29,3 | 8,8 |
| | | Julho | 91 | 214,8 | 42,9 | 14,8 |
| | | Novembro | 84 | 182,1 | 36,4 | 8,9 |
| Sacos azuis | Reciclável | Janeiro/fevereiro | 17 | 38,5 | 7,7 | 5,1 |
| | | Julho | 13 | 26,9 | 5,3 | 4,5 |
| | | Novembro | 24 | 44,7 | 8,9 | 3,9 |
| Sem acondicionamento | Reciclável | Janeiro/fevereiro | - | 87,7 | 17,5 | 17,1 |
| | | Março | - | 13,9 | 2,7 | 4,4 |
| | | Abril | - | 11,7 | 2,3 | 2,4 |
| | | Julho | - | 88,5 | 17,7 | 24,4 |
| | | Novembro | - | 26,6 | 5,3 | 4,4 |
| Sacos brancos* | Reciclável | Janeiro/fevereiro | 3 | 1,1 | - | - |
| | | Março | 3 | 1,8 | - | - |
| | | Abril | 1 | 0,3 | - | - |
| | | Julho | 5 | 3,6 | - | - |
| | | Novembro | 1 | 1,0 | - | - |
| Sacos de estopa* | Reciclável | Janeiro/fevereiro | 1 | 24,3 | - | - |
| | | Julho | 8 | 10,9 | - | - |
| Sacos amarelos* | Reciclável | Abril | 1 | 0,1 | - | - |
| | | Julho | 1 | 2,0 | - | - |
| Sacos de polietileno* | Reciclável | Novembro | 2 | 5,0 | - | - |
| Saco transparente* | Reciclável | Novembro | 1 | 0,8 | - | - |

*Formas de acondicionamento que foram contabilizadas apenas em alguns dias da semana.

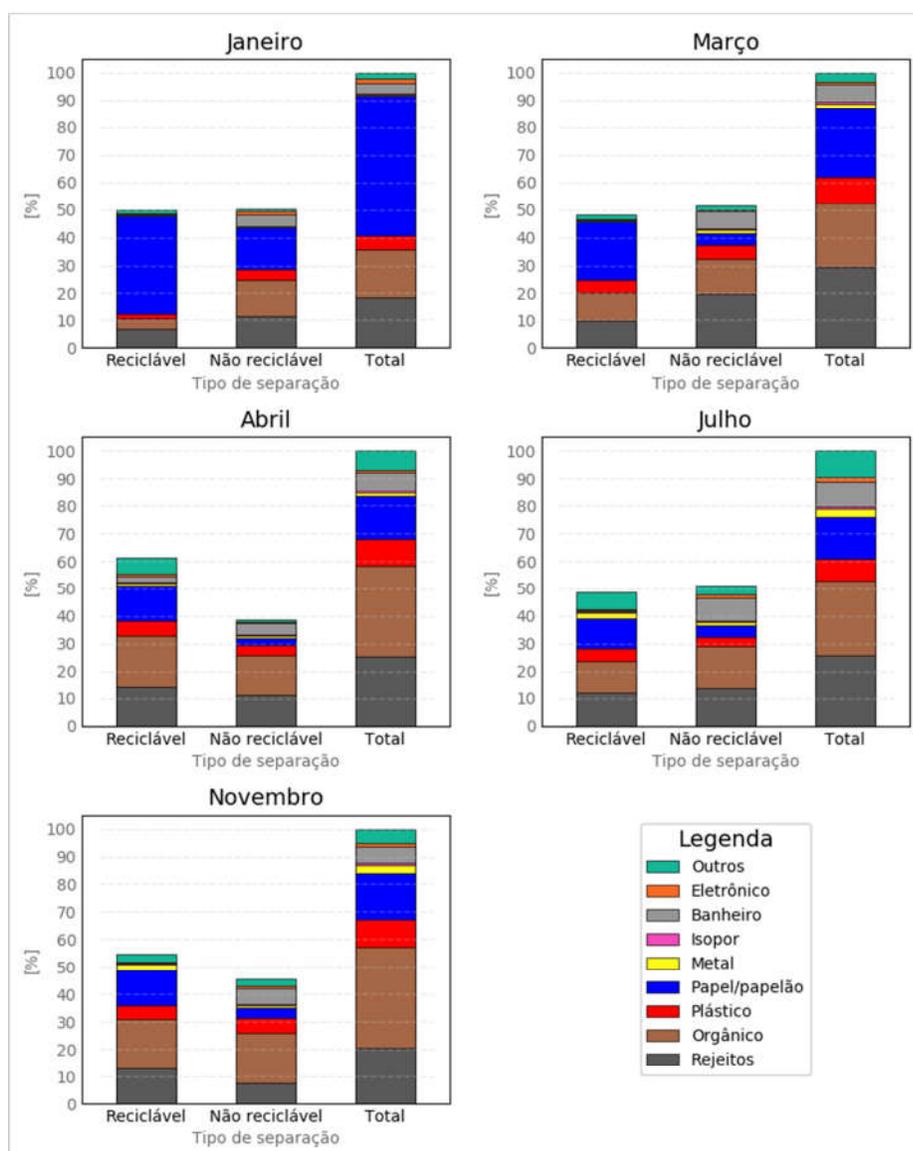
Fonte: Elaborado pela autora.

Para a análise dos dados, foram desconsiderados dois descartes pontuais atípicos para os meses de janeiro/fevereiro e julho, referente a um saco de farelo de arroz integral de 24,3 kg, oriundo do prédio 09B, e um grande descarte de papéis, armazenados em caixas de arquivo morto, que totalizaram 61,0 kg, provenientes de uma mudança de sala realizada pelo GAP (Gabinete de Projetos) localizado no

prédio 07. Portanto, da massa total coletada foram considerados para as análises seguintes 1851,1 kg de resíduos sólidos.

Ao realizar-se a segregação dos resíduos sólidos seguindo o tipo de separação por acondicionamento, constatou-se que ela não reflete a divisão entre resíduos recicláveis e não recicláveis no Centro de Tecnologia. Em ambos os casos obteve-se que os resíduos apresentaram as mesmas categorias de materiais (Figura 12).

Figura 12 – Composição gravimétrica obtida a partir do tipo de separação dos resíduos sólidos, no Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ressalta-se que durante o estudo foram definidos pontos de coleta específicos em cada prédio, devido ao uso coletivo dos contêineres e lixeiras por outros prédios que não compunham a amostra. Portanto não foi possível saber quais resíduos seriam descartados nos contêineres verdes (recicláveis) e cinzas (não recicláveis) pelos funcionários do serviço de limpeza, já que a forma de acondicionamento não permitiu fazer essa inferência;

Outro ponto observado é que a distribuição quanto a cor dos sacos ocorre de forma aleatória pelos funcionários do serviço de limpeza, não respeitando-se o padrão de cores adotado pela instituição conforme a identificação recomendada no recipiente de descarte, dividindo-se basicamente em sacos verdes para recicláveis e sacos pretos para rejeito e orgânico (Figura 13);

Figura 13 – Sacos de acondicionamento distribuídos nos recipientes de forma aleatória pelos funcionários do serviço de limpeza, no Centro de Tecnologia da UFSM.

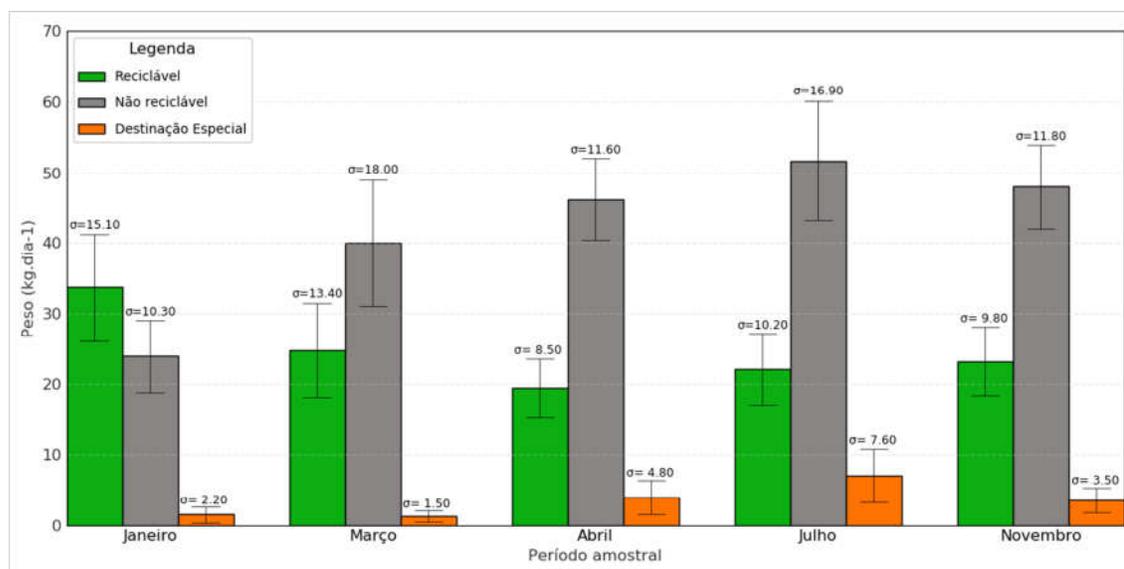


Fonte: Acervo próprio.

Em alguns casos, verificou-se que os funcionários recolhem os resíduos sólidos de várias lixeiras em um único saco de acondicionamento, comprometendo a qualidade da segregação na fonte. Além disso, em diversas situações durante o processo de segregação observou-se que um único saco de acondicionamento continha vários outros sacos de acondicionamento de cores diferentes, como por exemplo, um saco de cor preta com sacos verdes e pretos em seu interior.

Quanto à distribuição, os resíduos sólidos considerados recicláveis (vidro, metal, plástico, papel/papelão e saneantes) tiveram maior coleta na semana do mês de janeiro, com uma média de $33,7 \text{ kg.dia}^{-1}$, enquanto os não recicláveis (rejeitos, orgânico, pano/TNT, isopor e banheiro) e resíduos com destinação especial (laboratoriais, madeira, eletrônicos e de manutenção) na semana do mês de julho, com uma média de $51,6 \text{ kg.dia}^{-1}$ e $7,0 \text{ kg.dia}^{-1}$, respectivamente (Figura 14).

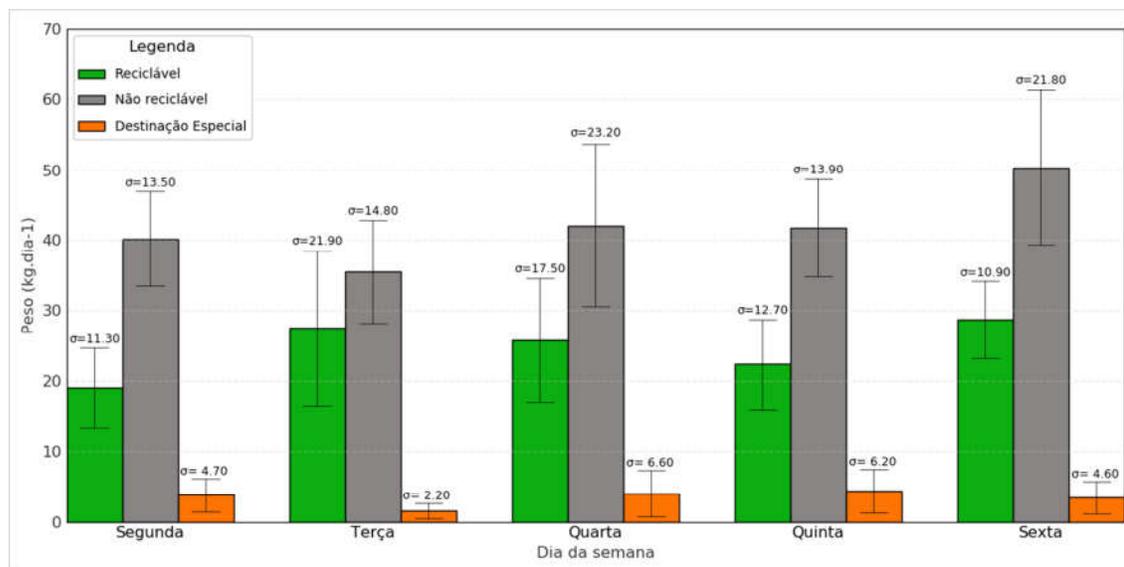
Figura 14 – Distribuição média e desvio padrão dos resíduos sólidos recicláveis, não recicláveis e com destinação especial para os diferentes períodos amostrais, no Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os dias da semana, a maior coleta de recicláveis e não recicláveis ocorreu na sexta-feira, com uma média de $28,7 \text{ kg.dia}^{-1}$ e $50,3 \text{ kg.dia}^{-1}$, respectivamente, enquanto os resíduos com destinação especial na quinta-feira com uma média de $4,3 \text{ kg.dia}^{-1}$ (Figura 15). Entre os dias da semana esses valores foram influenciados pelo regime de coleta interna, pois em alguns casos os funcionários do serviço de limpeza deixaram os resíduos acumularem durante a semana e retiraram em um dia específico, como foi o caso do prédio 09D. Em outros casos os resíduos se acumularam pela falta de funcionários para realizar a coleta.

Figura 15 – Distribuição média e desvio padrão dos resíduos sólidos recicláveis, não recicláveis e com destinação especial para os diferentes dias da semana, no Centro de Tecnologia da UFSM.

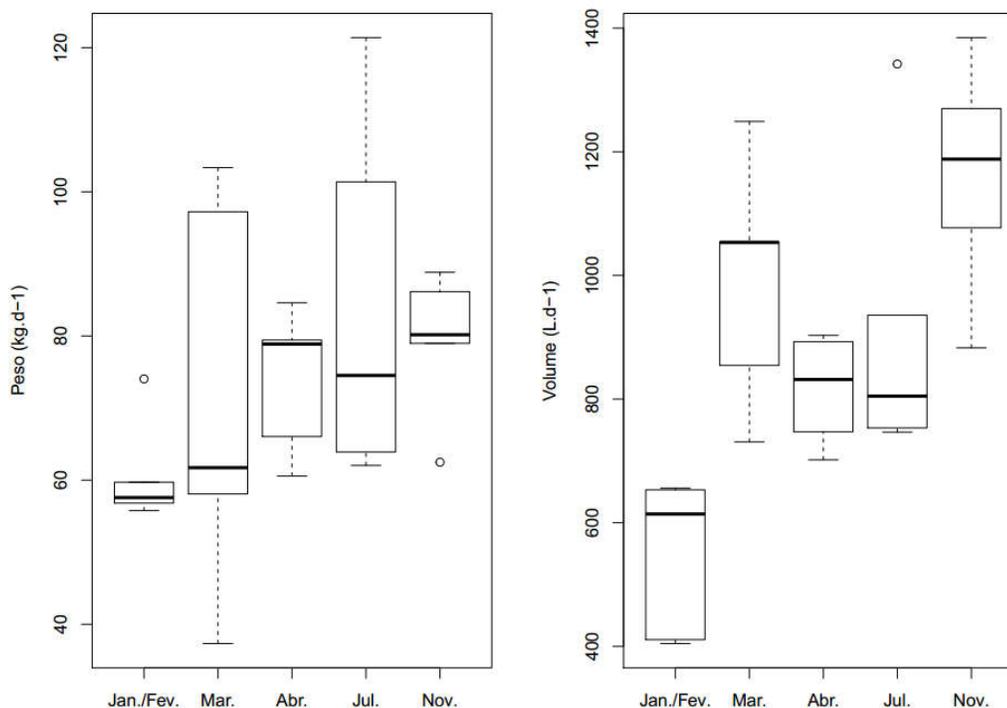


Fonte: Elaborado pela autora.

4.2. TAXA DE GERAÇÃO E VOLUME DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS E NÃO RECICLÁVEIS DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM

Realizando-se a análise estatística dos dados referentes ao peso e volume coletado para os diferentes períodos amostrais verificou-se que os mesmos não apresentaram homocedasticidade, portanto utilizou-se o teste não paramétrico de kruskal-Wallis para verificar se essas diferenças são significativas (Figura 16).

Figura 16 – Taxa de geração diária e volume de resíduos sólidos para os diferentes períodos amostrados para o Centro de Tecnologia da UFSM.



○ - Outliers (valores discrepantes) no conjunto de dados amostrados.

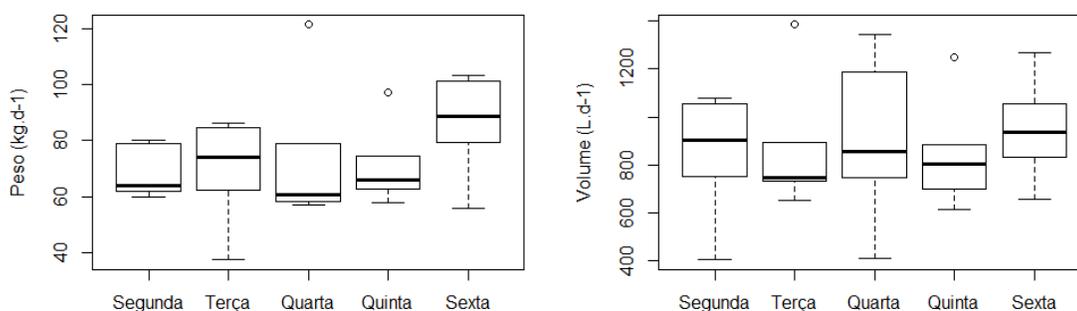
Fonte: Elaborado pela autora.

O resultado obtido mostrou que o período de janeiro/fevereiro (férias) apresenta uma menor geração de resíduos sólidos em relação aos meses de julho (exames) e novembro (segundo semestre). Em termos de volume, o período de janeiro/fevereiro (férias) obteve o menor valor medido entre os períodos analisados. Portanto, o período de férias afeta significativamente a taxa de geração de resíduos sólidos na unidade universitária, sendo associado principalmente a baixa circulação de pessoas nos prédios, limitada a docentes, técnicos administrativos, alunos de pós-graduação, bolsistas de iniciação científica e funcionários terceirizados.

Para analisar se ocorriam diferenças significativas entre a taxa de geração diária e o volume de resíduos sólidos nos diferentes dias da semana, aplicou-se o teste paramétrico da ANOVA, pois nesse caso os dados obtidos respeitaram as condições de normalidade e homocedasticidade exigidas pelos testes paramétricos. Verificou-se que entre os dias da semana, para os quais ocorrem coleta regular de resíduos sólidos de segunda a sexta-feira, não ocorrem variações significativas na

geração e volume de resíduos sólidos (Figura 17). A mesma constatação foi obtida por Gallardo et al. (2016), em seus estudos de taxa de geração diária de resíduos sólidos na Universidade de Jaime I (UJI), na Espanha.

Figura 17 – Variação da taxa de geração diária e volume de resíduos sólidos entre os dias da semana, para o Centro de Tecnologia da UFSM.



○ - Outliers (valores discrepantes) no conjunto de dados amostrados.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para determinar a geração *per capita* de resíduos sólidos da unidade universitária foram desconsiderados do cálculo a soma de alunos que realizam especialização a distância (EAD). Portanto, considerando-se uma população de 3948 pessoas e uma geração média diária de 77,36 kg de resíduos sólidos, obteve-se que a taxa de geração é de $19,62 \text{ g.usuário}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Quando comparado com outros estudos de caracterização que utilizam apenas a porção de resíduos não recicláveis em suas análises, essa taxa é considerada baixa (FINKLER et al., 2014; GALLARDO et al., 2016; VEGA et al., 2008).

Um dos motivos que pode ter influenciando a taxa de geração é que não foram considerados nesse estudo os resíduos orgânicos produzidos na lanchonete, localizada no prédio 7 do Centro de Tecnologia, pois são destinados diariamente para a Usina de Compostagem do Colégio Politécnico da UFSM. Além disso, o Restaurante Universitário, um dos órgãos suplementares centrais da universidade e onde a maioria dos estudantes do CT almoça, não está vinculado às dependências da unidade universitária, portanto apresenta uma gestão própria dos seus resíduos sólidos, não ocasionando interferências no universo amostral analisado.

4.3. COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E VOLUMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFSM

Da massa total coletada, 1800,8 kg de resíduos sólidos foram segregados, com uma diferença de 50 kg (2,7%) em relação ao total coletado. Essa diferença pode estar relacionada com o período transcorrido entre a coleta e a realização da segregação (em alguns casos esse período foi superior a um mês).

Conforme Smyth et al. (2010) esperar por um longo período de tempo para realizar a segregação da massa de resíduos leva ao comprometimento das condições iniciais da amostra. Porém, no presente estudo esses longos períodos variaram em função da quantidade de material coletado, dificuldade no processo de segregação devido a elevada mistura de diferentes resíduos sólidos na fonte geradora e disponibilidade de recursos humanos (Tabela 4).

Desta forma, podem ter sido ocasionadas interferências no teor de umidade da massa de resíduos, sendo observadas também perdas de amostra pelo vazamento de líquidos contidos nas embalagens durante a abertura dos sacos, entre outros. Conforme Morales (2012), os erros associados a fatores climáticos, características físicas das sacolas e dos resíduos sólidos, além de erros humanos causaram interferências de precisão de $\pm 10\%$ durante o processo de quantificação das amostras, valor bem superior ao observado no presente trabalho.

Tabela 4 – Período referente a realização da segregação e as diferenças observadas entre a massa de resíduos sólidos coletada e segregada no Centro de Tecnologia da UFSM.

| Mês amostral | Semana de coleta | Período de segregação | Massa coletada* (kg) | Massa segregada (kg) |
|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Janeiro/fevereiro | 29/01 à 02/02 | 30/01 à 14/02 | 303 | 300 |
| Março | 05/03 à 09/03 | 06/03 à 21/03 | 357 | 345 |
| Abril | 23/04 à 27/04 | 27/04 à 21/06 | 369 | 360 |
| Julho | 09/07 à 13/07 | 25/07 à 31/08 | 423 | 411 |
| Novembro | 05/11 à 09/11 | 07/11 à 26/11 | 396 | 383 |

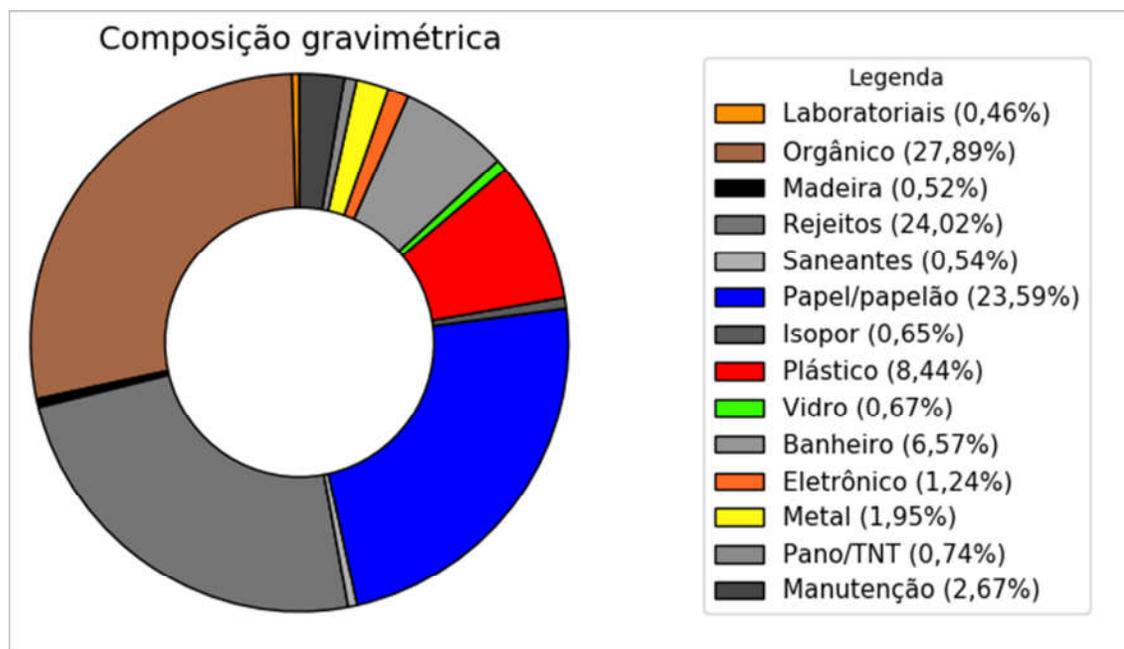
*Valores referentes aos descartes pontuais de resíduos sólidos foram desconsiderados.

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da composição gravimétrica global do Centro de Tecnologia, conforme Figura 18, tem-se que as maiores frações de resíduos sólidos gerados são

para as categorias de orgânicos (27,89%), rejeitos (24,02%), papel/papelão (23,59%) e plásticos (8,44%).

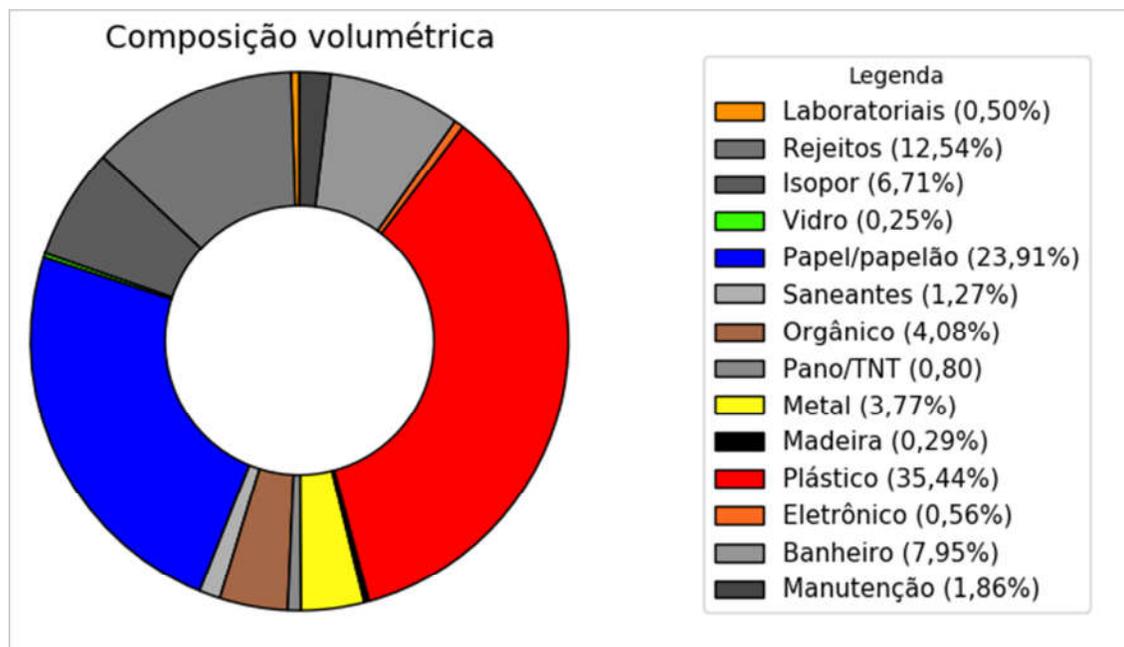
Figura 18 – Composição gravimétrica global dos resíduos sólidos produzidos pelo Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em termos de volume, os maiores percentuais concentraram-se nos plásticos (35,44%), papel/papelão (23,91%), rejeitos (12,54%), resíduos provenientes de banheiros (7,95%) e isopores (6,71%) (Figura 19). Os residuais líquidos contidos nas embalagens contabilizaram 47,73 kg e um volume de 57,1 litros e não foram incluídos nos gráficos contendo as diferentes categorias dos materiais selecionados, portanto os percentuais foram baseados em uma massa de 1753,11 kg e um volume de 22084,86 litros.

Figura 19 – Composição volumétrica global dos resíduos sólidos produzidos pelo Centro de Tecnologia da UFSM



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resíduos orgânicos normalmente apresentaram os maiores percentuais em estudos de composição gravimétrica realizados em instituições de ensino superior. Os percentuais verificados em diferentes estudos variam entre 15% (ADENARIN et al., 2017), 21,6% (SMYTH et al., 2010) e 23,34% (GALLARDO et al., 2016), valores muito semelhantes ao obtido no presente estudo (27,89%) (Figura 20). O desvio desses materiais nas fontes de geração até seu encaminhamento para unidades de compostagem é considerado um dos maiores desafios dentro das instituições de ensino superior (SMYTH et al., 2010).

Figura 20 – Geração acumulada de resíduos orgânicos durante uma semana de coleta de dados no Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Acervo próprio.

No Centro de Tecnologia os locais com maiores valores de recuperação associado a este fluxo de resíduos são, principalmente, as cozinhas setoriais, salas de estudos de pós-graduação, salas destinadas a bases júnior e diretórios acadêmicos.

Apesar da lanchonete enviar parte de seus resíduos orgânicos para a Usina de Compostagem do Colégio Politécnico da UFSM, ainda são descartadas porções significativas desses materiais nos resíduos destinados a coleta municipal.

Dessa forma, é possível aumentar a recuperação de resíduos orgânicos investindo-se em campanhas de sensibilização para orientar técnicos administrativos e estudantes que circulam nesses locais a separar corretamente esses resíduos na fonte, estabelecendo-se, juntamente com os funcionários do serviço de limpeza, uma rota de coleta separada dos sacos produzidos nesses locais, possibilitando que sejam encaminhados juntamente com os resíduos orgânicos da lanchonete à unidade de compostagem. Considerando-se que os resíduos orgânicos correspondem a apenas 4% do volume total de resíduos, a logística interna para esta prática não deve ter um investimento inicial elevado.

A categoria referente a papéis/papelão também representa elevados percentuais nos estudos de composição gravimétrica de instituições de ensino superior. Este fluxo de resíduos apresenta variações entre 15% (ADENARIN et al.,

2017), 23% (MORALES, 2012), 27,63% (GALLARDO et al., 2016) e 29,1% (SMYTH et al., 2010), valores semelhantes ao obtido no presente estudo (23,59%). Na unidade universitária verificou-se que as caixas de papelão compõem o principal tipo de descarte dessa categoria, oriundas principalmente da compra de equipamentos eletrônicos, laboratoriais e mobiliários. Seu descarte muitas vezes é feito pelos técnicos administrativos nos contêineres destinados para a coleta seletiva, sem que seja feita a redução do seu volume, diminuindo o espaço disponível dentro destes recipientes (Figura 21). Outro ponto observado é que algumas secretarias armazenam documentos em caixas de arquivo morto para que sejam posteriormente descartados pelos funcionários da limpeza.

Figura 21 – Descarte de papelões realizado na frente dos contêineres destinados ao acondicionamento de resíduos recicláveis, no Centro de Tecnologia da UFSM, sem que seja feita a redução do seu volume.



Fonte: Acervo próprio.

A presença de resíduos laboratoriais (0,46%), no fluxo de resíduo sólidos, reforça a necessidade de orientações aos acadêmicos e técnicos administrativos para o correto descarte destes materiais na fonte geradora. De uma forma geral, esses resíduos tinham origem principalmente no prédio 09B, caracterizado por concentrar os laboratórios do Departamento de Engenharia Química e do prédio 10, associado aos laboratórios pertencentes ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Apesar de representar uma pequena quantidade no fluxo de resíduos, o maior problema é em relação ao grau de periculosidade associado a esses materiais (Figura 22).

Figura 22 – Resíduos laboratoriais descartados de forma inadequada em recipientes destinados à coleta de resíduos recicláveis e não recicláveis no Centro de Tecnologia da UFSM.

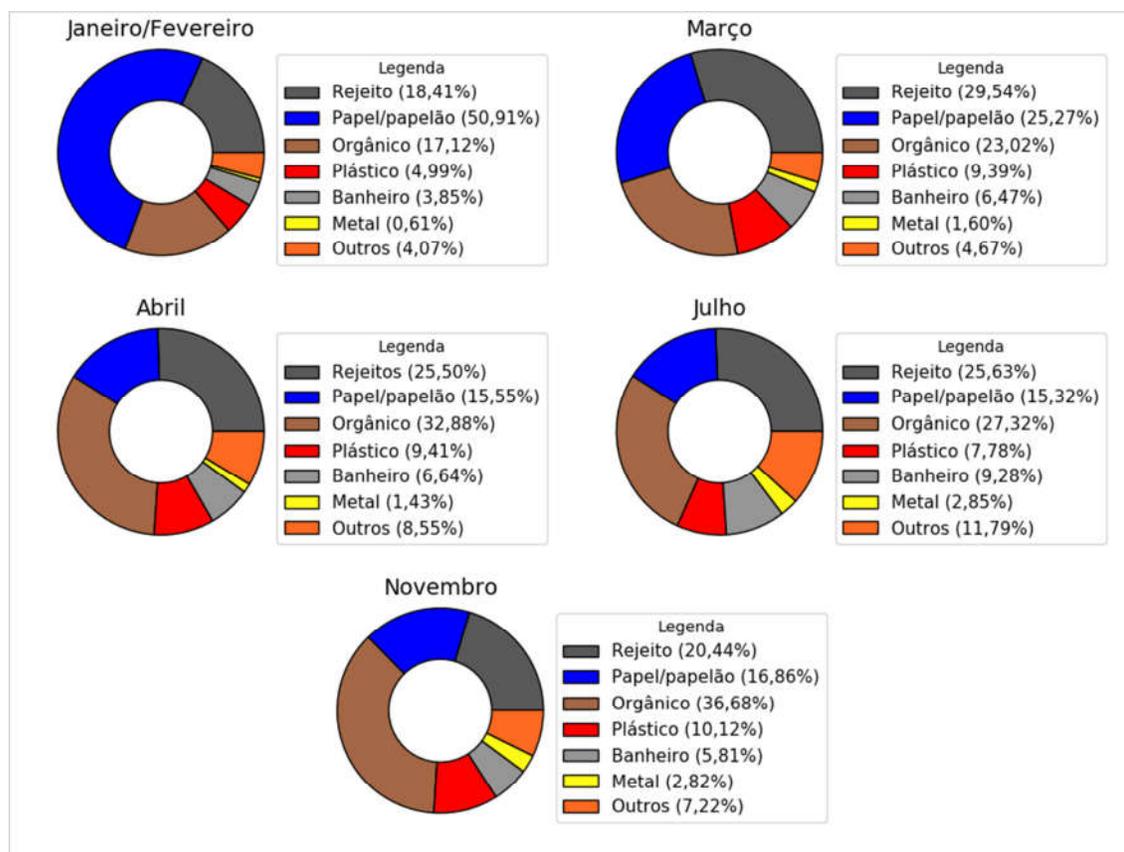


Fonte: Acervo próprio.

Outro importante descarte é em relação aos resíduos eletrônicos (1,24%), para os quais a unidade universitária dispõe de um ponto de entrega voluntária. Os resíduos de manutenção (2,67%) e madeira (0,52%) compreenderam descartes pontuais associados a pequenas reformas realizadas nos prédios amostrados e em alguns casos também compreenderam amostras residuais do prédio 10, associado ao Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC).

Analisando-se as variações nas taxas de geração para a composição gravimétrica entre os diferentes períodos amostrais selecionados, observa-se que o período de janeiro/fevereiro, que representa o período de férias, impacta significativamente na gestão dos resíduos sólidos da unidade universitária, quando comparado com os demais períodos amostrais, os quais são caracterizados pelo maior fluxo de alunos no centro (Figura 23).

Figura 23 – Composição gravimétrica referente aos diferentes períodos acadêmicos avaliados para o Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborado pela autora.

A composição gravimétrica no período de janeiro/fevereiro (férias) apresentou o maior percentual para a categoria de papéis/papelão, representando 50,91% da massa total segregada, o maior valor obtido entre os períodos analisados (Figura 23). Uma das principais características do período de férias é o elevado descarte de documentos realizados pelos programas de pós-graduação, departamentos, sala de professores, gabinetes e direção. Entre os itens encontrados estão livros, provas, apostilas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, memorandos, chamadas de controle de frequência de alunos, documentos contendo dados referentes a realização de processos seletivos de professores, seleções de mestrado, doutorado e afins, além de cópias de projetos de pesquisa submetidos ao GAP. Nenhum responsável pelo descarte de documentos contendo dados pessoais

de terceiros realizou a identificação deste tipo de material como sigiloso, para o qual a universidade realiza a coleta diferenciada por meio de solicitação a COMPLANA.

O menor percentual de matéria orgânica (17,12%) também foi observado para o período de janeiro/fevereiro (férias), diferenciando significativamente dos demais períodos analisados (Figura 23). Essa categoria está fortemente associada ao fluxo de pessoas no local amostrado, sendo que a universidade trabalha com expediente reduzido durante as férias, limitando a circulação de pessoas a professores, alunos de pós-graduação, bolsistas de iniciação científica, técnicos administrativos e funcionários terceirizados.

O período de janeiro/fevereiro também obteve os menores valores referentes as taxas de geração de plásticos (4,99%), metais (0,61%), isopor (0,29%) e resíduos provenientes de banheiro (3,85%), diferindo significativamente dos demais períodos analisados (Tabela 5 e Figura 23). Porém, em termos da taxa de geração de rejeitos os menores valores foram observados para os períodos de janeiro/fevereiro (18,41%) e novembro (20,44%) (Figura 23), sendo esta categoria fortemente associada com a qualidade de segregação na fonte.

Conforme a Tabela 5, as frações correspondentes às categorias de pano/TNT, laboratoriais, madeira, eletrônicos e vidro não apresentaram diferenças significativas nas taxas de geração entre os diferentes períodos amostrais analisados. Portanto, para estas categorias, pode-se supor que independente do período acadêmico avaliado sua geração não é afetada pelas oscilações no fluxo de pessoas da unidade universitária, mas associadas aos técnicos administrativos, funcionários e estudantes que frequentam regularmente a unidade.

Analisando-se a variabilidade da composição gravimétrica dentro do período amostral, obteve-se que, de uma maneira geral, as categorias com maiores percentuais de geração relacionadas aos rejeitos, orgânicos, papel/papelão e plásticos não diferem significativamente em termos de taxa de geração durante a semana (Tabela 5). Considerando-se o volume destes materiais, sugere-se disponibilizar recipientes específicos para o seu descarte na unidade universitária.

Tabela 5 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos do Centro de Tecnologia da UFSM, nos diferentes períodos avaliados.

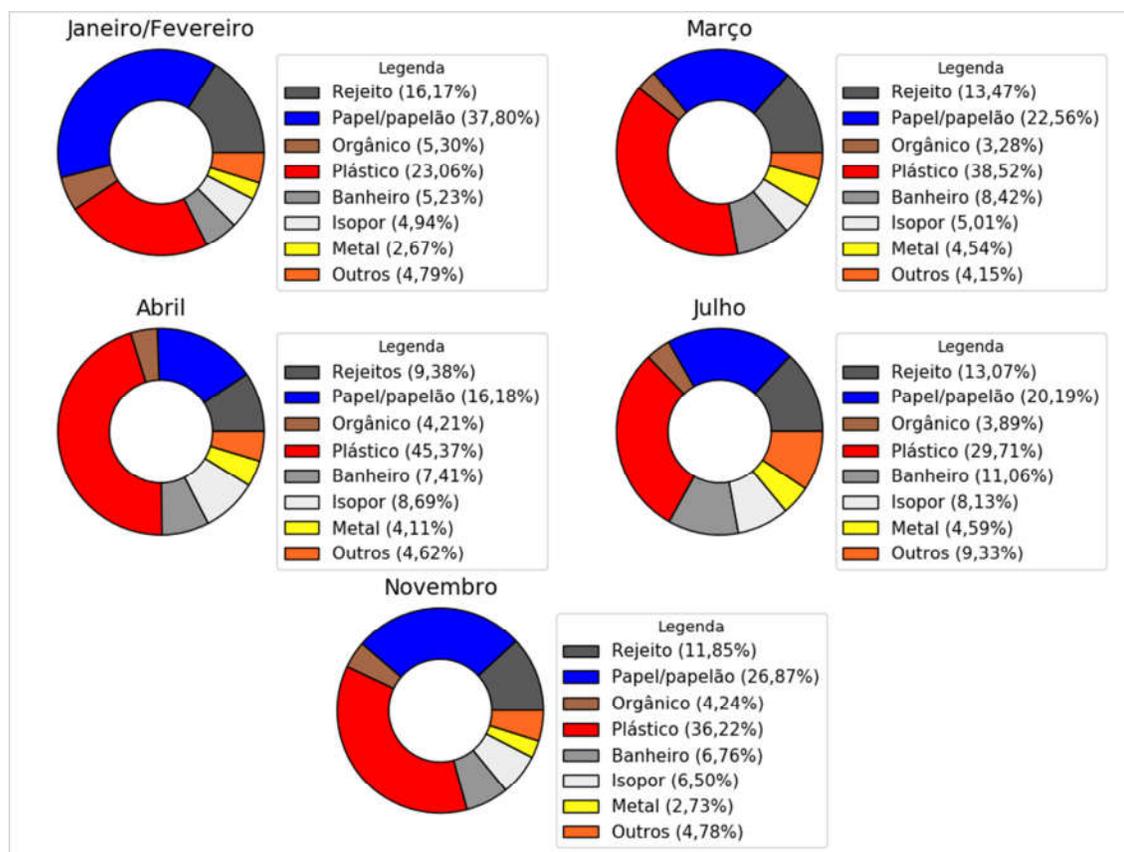
| Períodos avaliados | Jan./fev. | Março | Abril | Julho | Novembro |
|-------------------------|-------------------------|-----------|------------|--------------|-------------|
| Categorias | (kg.dia ⁻¹) | | | | |
| Rejeito Orgânico | 10,1 AB b | 18,7 A a | 18,5 AB a | 18,61 A a | 15,16 AB ab |
| Plástico | 8,5 AB c | 16,2 A bc | 21,9 A ab | 18,86 A ab | 27,82 A a |
| Papel/papelão | 2,6 B b | 6,3 AB a | 6,2 BC a | 5,35 BC a | 8,05 BC a |
| Metal | 24,1 A a | 13,7 A ab | 10,3 ABC b | 12,27 AB b | 13,35 ABC b |
| Pano/TNT | 0,34 C b | 0,86 CD a | 1,09 D a | 2,87 CD a | 1,16 DE a |
| Laboratorial | 0,05 CDE a | 0,50 DE a | 0,54 DEF a | 0,56 DEFG a | 0,45 G a |
| Saneantes | 0,13 CDE a | 0,076 F a | 0,15 EFG a | 1,29 FGH a | 0,47 FG a |
| Madeira | 0,13 CDE c | 0,49 DE a | 0,22 FG bc | 0,36 FGH abc | 0,49 FG ab |
| Isopor | 0,12 CDE a | 0,25 EF a | 0,024 G a | 0,024 H a | 0,23 FG a |
| Banheiro | 0,16 CD b | 0,35 EF a | 0,42 DEF a | 0,57 EFG a | 0,47 FG a |
| Eletrônico | 2,01 B c | 3,60 BC b | 4,00 C b | 7,08 B a | 3,76 CD b |
| Manutenção | 0,28 C a | 0,34 EF a | 0,47 DE a | 1,09 DEF a | 0,33 FG a |
| Vidro | 0,00 E b | 0,03 F ab | 1,20 DE ab | 2,28 CDE a | 1,19 EF a |
| | 0,00 DE a | 0,11 F a | 0,61 DE a | 0,00 GH a | 0,51 FG a |

Medianas apresentadas com a(s) mesma(s) letra(s) maiúscula(s) na coluna (categorias) e minúscula(s) na linha (períodos avaliados) não diferem estatisticamente pelo Teste de Kruskal-Wallis, com 5% de significância.

Fonte: Elaborado pela autora

Em relação ao volume, os períodos de novembro (26,22%), março (22,30%) e julho (20,70%) apresentaram os maiores valores percentuais medidos, enquanto abril (18,39%) e janeiro/fevereiro (12,37%) os menores valores associados. Analisando-se as variações nas taxas de medição para a composição volumétrica entre os diferentes períodos amostrais, tem-se que os plásticos mantem, de uma forma geral, os maiores valores percentuais nos períodos com atividades acadêmicas regulares, enquanto o período de janeiro/fevereiro destaca-se pelo maior volume de papel/papelão (Figura 24).

Figura 24 – Composição volumétrica dos diferentes períodos avaliados para o Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborada pela autora.

O volume de resíduos orgânicos apresentou diferença significativa entre o período de novembro e os demais períodos amostrais analisados, com um maior volume medido nesse período (Tabela 6). Em relação aos isopores e metais, o período de janeiro/fevereiro apresentou o menor volume descartado em relação aos demais períodos amostrais, para os quais não foram observadas diferenças significativas (Tabela 6).

As categorias referentes aos resíduos laboratoriais, eletrônicos e vidros não apresentaram diferenças significativas em termos de volume entre os períodos amostrais analisados (Tabela 6).

Analisando-se a variabilidade da composição volumétrica dentro do período amostral, obteve-se que, de uma maneira geral, as categorias com maiores volumes

de descarte estão relacionadas aos rejeitos, papel/papelão e plásticos, para os quais não ocorreram diferenças significativas no decorrer da semana (Tabela 6).

Tabela 6 – Caracterização volumétrica dos resíduos sólidos do Centro de Tecnologia, da UFSM, nos diferentes períodos avaliados.

| Períodos amostrados | Jan./fev. | Março | Abril | Julho | Novembro |
|----------------------|------------------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Categorias | (L.dia ⁻¹) | | | | |
| Rejeito | 63,0 A ab | 138,0 BC a | 72,0 BC b | 119,0 BC ab | 145,6 BC a |
| Orgânico | 22,0 B b | 32,0 D b | 35,0 D b | 35,0 DE b | 48,0 DE a |
| Plástico | 138,0 A c | 416,0 A ab | 352,0 A ab | 243,0 A b | 460,2 A a |
| Papel/papelão | 190,1 A ab | 195,8 AB ab | 93,1 AB b | 163,0 AB ab | 308,9 AB a |
| Metal | 9,0 B b | 40,0 D a | 35,0 D a | 31,0 DE a | 32,0 E a |
| Pano/TNT | 6,0 C a | 8,0 E a | 7,0 E a | 3,0 FG a | 4,0 GH a |
| Laboratorial | 2,0 C a | 1,0 FG a | 2,0 FG a | 2,0 G a | 7,0 FGH a |
| Saneantes | 4,0 C c | 12,0 E a | 5,0 EF bc | 16,0 EF a | 21,0 F ab |
| Madeira | 1,0 CD b | 0,8 FG b | 0,0 G b | 0,0 G b | 7,0 FG a |
| Isopor | 28,0 B b | 49,0 D ab | 62,0 BC a | 70,0 CD a | 78,0 CD a |
| Banheiro | 34,0 B c | 83,0 C ab | 49,0 CD bc | 98,0 BC a | 55,0 CD ab |
| Eletrônico | 1,0 C a | 0,0 FG a | 4,0 EF a | 0,0 G a | 4,0 H a |
| Manutenção | 0,0 D b | 2,0 F ab | 6,0 EF ab | 17,0 EF a | 9,0 FG a |
| Vidro | 0,0 Da | 0,0 G a | 3,0 EF a | 0,0 Ga | 5,0 H a |

Medianas apresentadas com a(s) mesma(s) letra(s) maiúscula(s) na coluna (categorias) e minúscula(s) na linha (períodos avaliados) não diferem estatisticamente pelo Teste de Kruskal-Wallis, com 5% de significância.

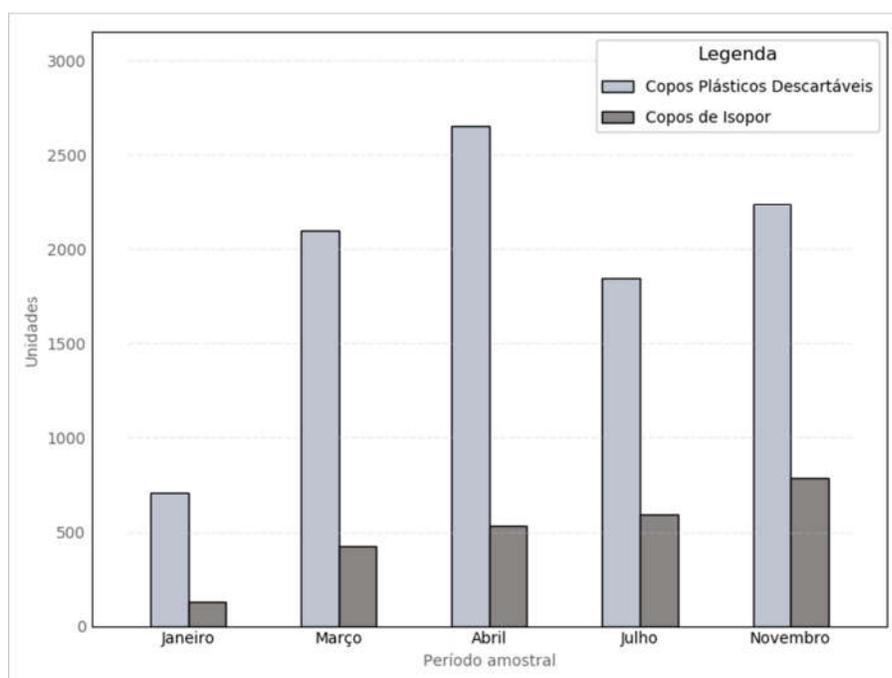
Fonte: Elaborado pela autora

4.4. GERAÇÃO UNITÁRIA DAS EMBALAGENS MAIS CONSUMIDAS NA UNIDADE UNIVERSITÁRIA

Os copos plásticos descartáveis consumidos na unidade universitária totalizaram 9546 unidades e sua distribuição ocorreu conforme a Figura 25. Os maiores percentuais concentraram-se nos meses de abril (27,78%) e novembro (23,44%), que compreendem os períodos amostrais em semanas regulares de aulas do primeiro e segundo semestre, enquanto os menores percentuais foram

observados nos meses de janeiro/fevereiro (7,45%) e julho (19,36%), compreendendo o período de férias e exames da instituição. Os copos plásticos apresentaram um consumo 3,86 vezes superior aos copos de isopor, que totalizaram 2473 unidades durante o período amostral (Figura 25). Em relação a este item, os maiores consumos concentraram-se nos meses de novembro (31,98%) e julho (23,89%), enquanto o período de janeiro/fevereiro (5,29%) e março (17,26%) os menores valores contabilizados.

Figura 25 – Consumo unitário de copos plásticos descartáveis e de isopor contabilizados para os diferentes períodos amostrais, no Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborado pela autora.

A grande diferença observada nos valores contabilizados durante o período de janeiro/fevereiro e os demais períodos amostrais, pode estar associado ao menor fluxo de pessoas na unidade universitária durante o período de férias, impactando significativamente a geração desses itens na unidade universitária. Analisando-se os períodos com atividades acadêmicas regulares, observa-se que o período de julho, caracterizado por baixas temperaturas, tem o menor consumo de copos plásticos

descartáveis e um dos maiores valores associados ao consumo de copos de isopor, podendo-se inferir que as baixas temperaturas influenciam o consumo destes itens.

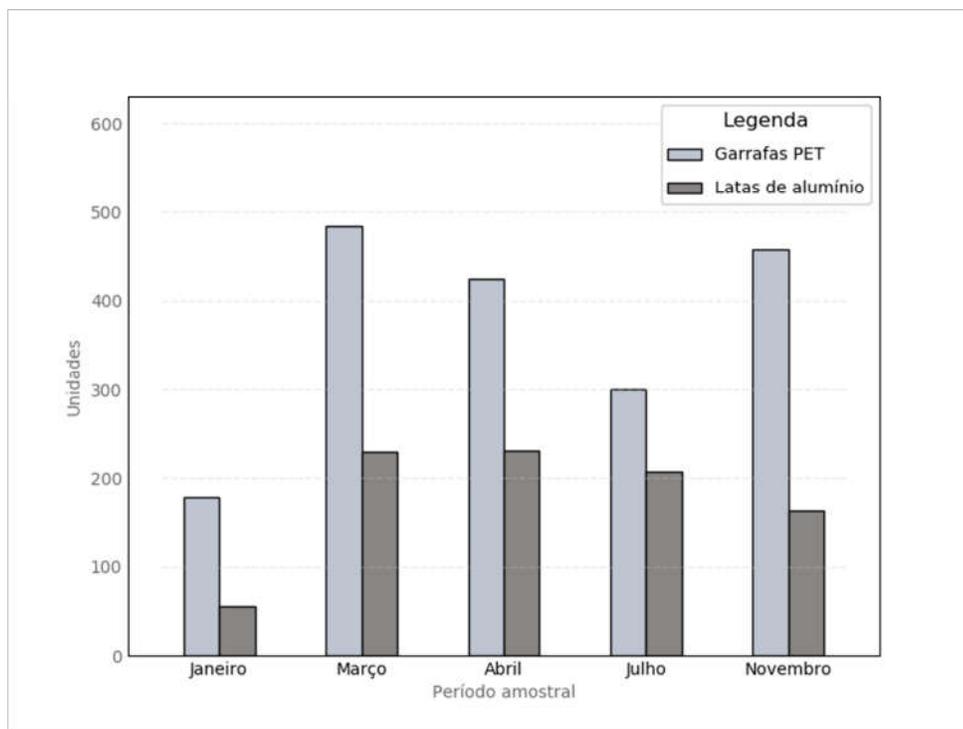
As principais fontes geradoras de copos plásticos descartáveis concentraram-se na lanchonete e nas secretarias, sendo que a realização de eventos pontuais apresenta um impacto substancial no consumo destas embalagens. Observou-se também que os laboratórios descartam pequenas quantidades dessas unidades, muitas vezes com resíduos amostrais. Em relação aos copos de isopor, a lanchonete é a principal fonte de consumo destas embalagens, sendo que poucas unidades contabilizadas foram de origem externa à instituição.

O consumo excessivo de copos descartáveis é foco de campanhas de redução em diversas instituições de ensino superior, sendo que seu fluxo deve ser estudado objetivando limitar seu uso. Quanto ao consumo oriundo das lanchonetes, estudos realizados por Harris e Probert (2009), indicaram que incentivos financeiros com descontos em torno de 0,10 libras esterlinas (~ R\$ 0,50) estão associados a maior adesão de alunos e funcionários a utilização de canecas reutilizáveis, portanto, é ideal aumentar-se o preço dos consumidores de copos descartáveis e reduzir-se os custos para aqueles que utilizam opções reutilizáveis (SMYTH et al., 2010). Outro ponto é a disponibilidade de copos plásticos descartáveis dentro da instituição por meio do almoxarifado central, para o qual não é estabelecido um limite de compra para as unidades universitárias. Campanhas de conscientização também mostram-se essenciais para despertar sobre o impacto dos hábitos de consumo referentes a esses dois grandes itens, com resultados quantitativos das metas de redução a serem atingidas, educando e informando a comunidade universitária sobre como participar (SMYTH et al., 2010)

O consumo de garrafas PET na unidade universitária apresentou uma quantidade total de 1847 unidades e sua distribuição ocorreu conforme a Figura 26. Os maiores percentuais concentraram-se nos meses de março (26,20%) e novembro (24,79%), que compreendem os períodos amostrais referentes ao início das aulas e atividades acadêmicas regulares do segundo semestre, enquanto os menores percentuais foram observados nos meses de janeiro/fevereiro (9,69%) e julho (16,24%), compreendendo o período de férias e exames da instituição. Esse item apresentou um consumo 2,07 vezes superior aos de latas de alumínio, que totalizaram 889 unidades durante o período amostral, com distribuição apresentada na Figura 26. Em relação a este item, os maiores consumos concentraram-se nos meses de abril

(26,09%) e março (25,98%), enquanto o período de janeiro/fevereiro (6,29%) e novembro (18,33%) os menores valores contabilizados.

Figura 26 – Consumo unitário de garrafas PET e latas de alumínio contabilizados para os diferentes períodos amostrais no Centro de Tecnologia da UFSM.



Fonte: Elaborado pela autora.

O período de férias, representado pelo mês de janeiro/fevereiro, apresentou os menores valores contabilizados para estes itens em relação aos demais períodos amostrais, justificando-se novamente o impacto do menor fluxo de pessoas na unidade universitária, influenciando na geração deste tipo de resíduo. Entre os períodos amostrais com maior consumo de garrafas PET e latas de alumínio observa-se que o mês de março, referente ao início das aulas, concentra os maiores valores contabilizados para estes itens. Um dos motivos que podem estar associados a este padrão de consumo é maior fluxo de calouros na unidade universitária.

A principal fonte de consumo das garrafas PET é de origem externa a instituição. Foram identificadas embalagens de diferentes marcas e tamanhos,

indicando que muitas unidades eram compradas e trazidas para a instituição. As latas de alumínio tiveram como maior fonte geradora a lanchonete. Portanto, para minimizar o consumo de garrafas PET pode-se incentivar a comunidade acadêmica a adquirir garrafinhas de água reutilizáveis para consumo próprio, fortalecendo essa iniciativa na primeira semana de aula. Em relação as latas de alumínio, um dos itens com maior valor de reciclagem agregado para a coleta seletiva, é importante implementar pontos de coleta exclusivos para este tipo de descarte nos principais pontos de circulação da unidade, possibilitando sua maior recuperação na fonte.

O consumo de embalagens cartonadas longa vida totalizaram 282 unidades, com a principal fonte de geração a partir da lanchonete. Esse item apresentou maior consumo no período de novembro (30,12%), e menor no mês de janeiro/fevereiro (4,96%). O consumo manteve-se constante nos demais períodos analisados: março (21,98%), julho (21,63%) e abril (21,27%).

Em relação às cápsulas de café foram contabilizadas 240 unidades, de pelo menos quatro marcas comerciais diferentes. Este item apresenta uma geração específica de resíduos associada aos técnicos administrativos e professores da instituição e para os quais devem ser realizados descartes específicos em pontos de entrega voluntária fixados pela empresa fabricante. Porém, a maior parte destes resíduos é destinada para a coleta municipal, pela falta de opções desse tipo de descarte na cidade, sendo interessante que convênios sejam realizados para a colocação de alguns pontos de coleta na instituição. Durante o período amostral, os maiores valores foram observados nos meses de novembro (29,58%), julho (25,83%) e abril (24,58%) e os menores consumos nos meses de janeiro/fevereiro (11,25%) e março (8,75%). Salienta-se que essas unidades foram frequentemente misturadas aos resíduos orgânicos provenientes das cozinhas setoriais, dificultando sua segregação.

A importância na quantificação de itens que apresentaram as maiores e constantes gerações durante os períodos amostrais analisados torna possível conhecer as diferentes lacunas e segmentos da comunidade acadêmica responsáveis por esses descartes, possibilitando que campanhas de educação ambiental sensibilizam e resultem na redução do consumo bem como abordem conteúdos voltados para os diferentes públicos trazendo mensagens objetivas sobre o que, como e onde destinar corretamente dentro da instituição (KAPLOWITZ et al., 2009).

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que:

- a segregação na fonte não é eficiente, uma vez que não houve diferença de composição gravimétrica entre os resíduos acondicionados como recicláveis e não recicláveis na unidade universitária;
- a taxa de geração per capita de resíduos sólidos na unidade universitária é considerada baixa, quando comparada com outras instituições de ensino superior;
- em relação aos diferentes períodos amostrais as taxas de geração em termos de peso e volume foram menores para o período de janeiro/fevereiro (férias), e quando avaliadas entre os dias da semana não foram identificadas variações significativas;
- as frações de resíduos sólidos predominantes na composição gravimétrica global da unidade universitária foram: resíduos orgânicos, rejeitos, papel/papelão, plásticos e resíduos provenientes de banheiro. Em termos de volume as frações predominantes foram: plásticos, papel/papelão, rejeitos, resíduos provenientes de banheiro e isopor. Identificou-se que resíduos com descarte específicos, como laboratoriais, eletrônicos e de manutenção também são descartados juntamente com o fluxo de resíduos recicláveis e não recicláveis da unidade universitária;
- entre os diferentes períodos analisados observou-se que a composição gravimétrica apresenta os maiores percentuais para a geração de papel/papelão no período de janeiro/fevereiro (férias), enquanto os resíduos orgânicos, nos períodos amostrais com atividades acadêmicas regulares (março, abril, julho e novembro), indicando que essa fração está associada ao fluxo de pessoas na unidade universitária, enquanto a geração de papéis está associada ao descarte pontual realizado por técnicos administrativos da unidade universitária;

- identificou-se que o consumo de copos plásticos descartáveis, copos de isopor e garrafas PET são passíveis de redução através de campanhas de conscientização juntamente com a comunidade acadêmica .

As principais dificuldades observadas na gestão de resíduos sólidos no Centro de Tecnologia estão voltadas para a percepção dos alunos e funcionários quanto a internalização das práticas de gerenciamento adotadas pela instituição. Isso mostra a necessidade de intensificação na divulgação dessas informações por parte dos setores responsáveis.

A ausência de uma política ambiental e da figura de um gestor ambiental, bem como a inexistência da padronização dos procedimentos destinados ao manuseio e descarte dos diversos tipos de resíduos sólidos identificados, acabam originando um cenário com informações difusas, isto é, o gerenciamento dos resíduos é realizado por diversos profissionais de modo independente, dificultando o manejo de informações do processo.

Dessa maneira, o trabalho serve como suporte para a elaboração de políticas ambientais voltadas para a minimização e recuperação dos resíduos sólidos na fonte de geração, assim como pontos essenciais a serem abordados nas campanhas de sensibilização direcionadas para a comunidade acadêmica circulante no Centro de Tecnologia.

Para trabalhos futuros sugere-se que seja realizado o diagnóstico do fluxo interno de resíduos sólidos nos prédios amostrados elaborando um roteiro baseado em todas as etapas de gerenciamento. É essencial que questionários sejam aplicados com conteúdos específicos para os diferentes segmentos da comunidade acadêmica a fim de esclarecer as lacunas existentes, possibilitando que melhorias sejam propostas a partir de uma visão holística do sistema de gerenciamento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. São Paulo: ABRELPE: 2016. Disponível em:<www.abrelpe.org.br>. Acesso em: 17 nov. 2017.

ADENIRAN, A.E.; NUBI, A.T.; ADELOPO, A.O. Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. **Waste Management**, v. 67, 3 – 10 p., 2017. ISSN: 0956053X. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.05.002.

ARAGAW, T. A.; WONDIMNEW, A.; ASMARE, A. M. Quantification, Characterization and Recycling Potential of Solid Waste: Case Study Bahir Dar Institute of Technology. **International Journal of Science and Research (IJSR)**, v. 5, n. 6, p. 2415-2420, jun. 2016. ISSN (online) 2319-7064. DOI: <<http://dx.doi.org/10.21275/v5i6.NOV164799>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. 2. ed. Rio de Janeiro/fevereiro, 2004a, 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: amostragem de resíduos sólidos. 2. ed. Rio de Janeiro/fevereiro, 2004b. 21 p.

BRASIL. Decreto n. 5.940, 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências.. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 out. 2006b.

BRASIL. Decreto n. 5773, de 9 de maio de 2006. Dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e seqüenciais no sistema federal de ensino. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 maio 2006a.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 03 set. 2017.

CCME. CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. **Waste Audit Users manual: a comprehensive guide to the waste audit process**. Winnipeg, MB: Manitoba Statutory Publishing; 1996. Disponível em: <https://www.ccme.ca/files/Resources/waste/packaging/pn_1210_e.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. VILHENA, A. (Coord), 3. Ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

DURAES, P. H. V.; OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, E. N. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados no campus da faculdade UnB de Planaltina (FUP)/DF. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 8., 2017, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/issue/view/2>>. Acesso em: 09 set. 2017.

EDJABOU, M. E.; JENSEN, M. B.; GÖTZE, R.; PIVNENKO, K.; PETERSEN, C.; SCHEUTZ, C.; ASTRUP, T. F. Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. **Waste Management**, v. 36, 12-23 p., 2015. ISSN: 18792456. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.11.009.

ESPINOSA, R M.; TURPIN, S.; POLANCO, G.; TORRE, A. De La; DELFÍN, I.; RAYGOZA, I. Integral urban solid waste management program in a Mexican university. **Waste Management**, v. 28, 27-32 p., 2008. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.03.023.

FINKLER, R. N.; PANNIZON, T.; SCHNEIDER, E. V. Avaliação da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Comuns Gerados na Universidade de Caxias do Sul – RS e Comparação com Outras Instituições de Ensino Superior. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 4., 2014, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: UCS, 2014. Disponível em: <<https://siambiental.ucs.br/congresso/anais/trabalhosTecnicos?ano=2014>>. Acesso em 3 dez, 2018.

GALLARDO, A.; EDO-ALCÓN, N., RENAU, M. The determination of waste generation and composition as an essential tool to improve the waste management plan of a university. **Waste Management**, v. 53, 3-11 p., 2016. ISSN: 1879-2456. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.04.013.

GOMES, P. C. G. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da PUC – Rio**. 2009. 75 p. Monografia. Curso de Especialização em Engenharia Urbana e Ambiental. Pontifícia Universidade Católica – RJ, Rio de Janeiro, 2009.

GOOGLE EARTH. Disponível em: < <http://www.google.com/earth/> >. Acesso em 10 set. 2017.

HARRIS, B K; PROBERT, E J. Waste minimisation at a Welsh university : A viability study using choice modelling. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 53, 269-275 p., 2009. ISSN: 0921-3449. DOI: 10.1016/j.resconrec.2008.12.008.

IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro/fevereiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

INEP. **Censo da Educação Superior 2016**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/mec-e-inep-divulgam-dados-do-censo-da-educacao-superior-2016/21206>. Acesso em: 10 dez. de 2017.

KAPLOWITZ, D. M.; YEBOAH, K. F.; THORP, L.; WILSON, M. A. Garnering input for recycling communication strategies at a Big Ten University. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 53, 612-623 p., 2009. ISSN: 09213449. DOI: 10.1016/j.resconrec.2009.04.018.

LEMES, P. S.; MARTINS, J. L. G; BRANDÃO, D. **Guia prático para minimização e gerenciamento de resíduos – USP São Carlos**. Midiograf II, 2012. 80 p. Disponível em: <www.sga.usp.br>. Acesso em: 01 nov. 2017.

MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/plano-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 26 out. 2017.

MORALES, R. M. Caracterización de Residuos Sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, v. 28, 93-97 p., 2012.

PHILIPPI JUNIOR, A.; AGUIAR, A. de O. Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento. In: JR., P., A. (Coord). **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo, SP: Manole, 2005. cap. 8, p. 267-322.

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 out. 2017.

RUBERG, C.; NEUFELD, Â. D. H.; GONÇALVES, R. S.; MARINHO, J. C. B. Resíduos sólidos gerados na Universidade Federal do Pampa – campus de São Gabriel/RS: estimando a geração per capita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25., 2009, Recife. **Anais...** Recife: ABES, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sga/SGA/material-de-apoio/textos/textos-apoio/links/III-201.pdf>>. Acesso em 3 set. 2017.

SMYTH, D. P; FREDEEN, A. L.; BOOTH, A. L. Reducing solid waste in higher education: the first step towards 'greening' a university campus. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 54, 1007-1016 p., 2010. ISSN: 0921-3449. DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.02.008.

SOUZA, K. E. de. **Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídio à minimização de resíduos químicos de laboratórios de universidades**. 2005. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.

UFMS. **Estatuto da Universidade Federal de Santa Maria** . Santa Maria, RS, 2014. Disponível em: < <https://www.ufsm.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

UFMS. **Termo de Compromisso**. Santa Maria, RS, 2016. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/coletaseletiva/images/pdf/TERMO_DE_COMPROMISSO.pdf>. Acesso em: 05 out. 2017.

UFSM. **UFSM em NÚMEROS**. Santa Maria, RS, 2018. Disponível em: <<https://portal.ufsm.br/ufsm-em-numeros/publico/index.html>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

UNEP. **Developing an Integrated Waste Management Plan Training Manual: Waste Characterization and Quantification with Projections for Future**. Osaka/Shiga, Japan, 2009. 77 p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. **Diagnóstico da Gestão de Resíduos na Escola Politécnica**. São Paulo, SP, 2006. 56 p. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/pt/a-poli/comissoes/comissao-poli-usp-recicla/projetos/703-diagnostico-da-gestao-de-residuos-na-escola-politecnica.html>>. Acesso em 02 out. 2017.

VEGA, C. A. de; BENÍTEZ, S. O.; BARRETO, E. R. Solid Waste Characterization and Recycling Potential for a University Campi. **Waste Management**, v. 28, S21-S26 p., 2008. ISSN 0956053X. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.03.022.

VELAZQUEZ, L.; MUNGUÍA, N.; SANCHEZ, M. Detering sustainability in higher education institutions An appraisal of the factors which influence higher education institutions. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 6, 383-391 p., 2005. ISSN: 1467-6370. DOI: 10.1108/14676370510623865.

VITALLI, É. E.; SCHEUNEMANN, E.; GUEDES, C. G. Caracterização e Quantificação dos Resíduos Sólidos Gerados em Unidade Universitária. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 29., 2014, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2014. Disponível em: <<https://portal.ufsm.br/jai/trabalho/anais.html>>. Acesso em: 14 de out. de 2017.

YOSHIDA, S. E.; BOSCO, T. C. D.; PRATES, K. V. M. C.; BARACHO, R. O.; BRAND, V. S.; PRESUMIDO, P. H. Resíduos sólidos recicláveis da UTFPR câmpus londrina: composição gravimétrica e qualidade de segregação. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 8., 2017, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/issue/view/2>>. Acesso em: 09 set. 2017.

ZHANG, N; WILLIAMS, I D.; KEMP, S; SMITH, N F. Greening academia : Developing sustainable waste management at Higher Education Institutions. **Waste Management**, v. 31, 1606-1616 p., 2011. ISSN: 0956-053X. DOI: 10.1016/j.wasman.2011.03.006.