

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

Érica Enderle Vitalli

**ESTUDO QUALI-QUANTITATIVO VISANDO MELHORIAS NO  
GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE DOIS  
CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA**

Santa Maria, RS  
2020

**Érica Enderle Vitalli**

**ESTUDO QUALI-QUANTITATIVO VISANDO MELHORIAS NO GERENCIAMENTO  
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE DOIS CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS NO  
MUNICÍPIO DE SANTA MARIA**

Dissertação apresentada ao Curso 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andressa de Oliveira Silveira

Santa Maria, RS  
2020

Vitalli, Érica Enderle  
ESTUDO QUALI-QUANTITATIVO VISANDO MELHORIAS NO  
GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE DOIS CONDOMÍNIOS  
RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA / Érica Enderle  
Vitalli.- 2020.  
94 p.; 30 cm

Orientador: Andressa de Oliveira Silveira  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Ambiental, RS, 2020

1. Resíduos sólidos urbanos 2. Gerenciamento 3. Geração  
4. Composição I. , Andressa de Oliveira Silveira II.  
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.

Declaro, ÉRICA ENDERLE VITALLI, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Érica Enderle Vitalli**

**ESTUDO QUALI-QUANTITATIVO VISANDO MELHORIAS NO GERENCIAMENTO  
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE DOIS CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS NO  
MUNICÍPIO DE SANTA MARIA**

Dissertação apresentada ao Curso 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**.

**Aprovada em 23 de janeiro de 2020:**



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



**Delmira Beatriz Wolff, Dra. (UFSM)**



**Diosnel Antonio Rodriguez López, Dr. (UNISC)**

Santa Maria, RS  
2020

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, pela estrutura oferecida ao longo desses anos de estudo, e a todas as pessoas que lutaram e lutam pela educação pública gratuita e de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dra. Andressa de Oliveira Silveira, pela orientação, confiança, paciência, palavras de apoio e pelo exemplo de profissional e pesquisadora.

Aos meus pais, pelo incentivo, apoio incondicional e, principalmente, por terem me transmitido o amor pela busca de conhecimento. Em especial à minha mãe, que me acompanhou durante diversas semanas de coleta e contribuiu para a organização da pesquisa.

A todos os professores, técnicos-administrativos, funcionários terceirizados que, por meio de seu trabalho, cooperaram para meus estudos nesta instituição. Em especial aos professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, pela dedicação com que conduzem o curso de Engenharia Sanitária e Ambiental e o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Aos professores Dr. Alessandro Dal'Col Lúcio e Dr. Enio Júnior Seidel, pelo auxílio na estruturação das análises estatísticas deste estudo.

Aos alunos de iniciação científica Angélica, Henrique e Liriane, pela disponibilidade, dedicação, companheirismo, comprometimento e responsabilidade. Sem eles, a execução deste estudo não teria sido possível.

À minha irmã, Clara, por me ensinar como é bonita a vida quando compartilhada.

À toda minha família, por estar sempre ao meu lado e por ter me ensinado os mais valorosos princípios que edificam a base de um cidadão de bem.

Aos meus amigos “de Santa Maria”, pela amizade, parceria e por muitas vezes terem sido a minha família longe de casa, tornando minha caminhada mais leve e feliz. Particularmente, agradeço à minha colega Luiza, pelo companheirismo, pelas palavras de conforto e de incentivo e por ter sido minha outra metade durante esses anos na universidade, transformando as dificuldades dos estudos em alegrias.

Aos meus amigos, que, embora distantes, sempre foram presentes na minha caminhada, mostrando-me que os quilômetros não separam os sentimentos. Em especial ao meu amigo Luis Ângelo, pelas palavras de apoio, pelas horas de companhia virtual e por ter escutado minhas numerosas lamentações durante esses anos.

## RESUMO

### ESTUDO QUALI-QUANTITATIVO VISANDO MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE DOIS CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA

AUTORA: Érica Enderle Vitalli

ORIENTADORA: Dr<sup>a</sup> Andressa de Oliveira Silveira

O crescimento da geração de resíduos sólidos originou problemas, principalmente em países em desenvolvimento, uma vez que os sistemas de gerenciamento de resíduos não acompanharam o incremento das quantidades descartadas. Para o delineamento de sistemas de gerenciamento de resíduos com bom desempenho, é fundamental ter conhecimento das características dos resíduos sólidos e da população local. O objetivo principal deste estudo foi comparar as características quali-quantitativas dos resíduos sólidos de dois condomínios residenciais no município de Santa Maria/RS: o Condomínio 1 (C1), que possui 110 casas com valor médio de mercado de 740.000 reais, e o Condomínio 2 (C2), formado por 120 apartamentos com valor médio de mercado de 160.000 reais. Inicialmente, realizou-se, a partir de observações e levantamentos *in loco*, o diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos dos dois locais. Na sequência, por meio da aplicação de questionários foi efetuada a caracterização socioeconômica das populações, seguida da análise quali-quantitativa dos resíduos sólidos gerados. A avaliação da segregação dos resíduos contidos nos recipientes descartados foi, então, realizada, classificando-os segundo três graus de segregação (1, 2 e 3). Os resíduos foram separados em 17 categorias, e sua massa e seu volume foram quantificados. Mediante os resultados obtidos, foi calculada a geração de resíduos sólidos *per capita* e domiciliar de cada condomínio e a densidade aparente de cada categoria de resíduos. Com a utilização do software R, foi realizada a análise estatística dos resultados. Ainda, observando os resultados obtidos e os preceitos da PNRS, foram elaboradas propostas para a adequação do gerenciamento de resíduos sólidos dos dois locais. Diante do estudo executado, verificou-se que o gerenciamento atual de resíduos nos dois condomínios ocorre de modo isolado em relação ao meio externo, e não garante a destinação correta das diferentes categorias geradas. Os dois locais apresentam populações com características socioeconômicas distintas, assim como perfis familiares diferentes. O C1, em relação ao C2, apresenta um maior grau de instrução dos responsáveis pelas famílias e uma maior renda média mensal domiciliar. Em relação aos resíduos, constatou-se que 56,73% dos recipientes do C1 e 59,73% dos recipientes do C2 não apresentavam indícios de segregação. Ademais, no C1, em comparação com o C2, há um maior percentual de recicláveis e um menor percentual de compostáveis entre os resíduos gerados. Foram observadas diferenças significativas entre os condomínios na geração de diversas categorias de resíduos. A geração *per capita* calculada foi de 0,63 kg dia<sup>-1</sup> no C1 e de 0,4 kg dia<sup>-1</sup> no C2, diferindo significativamente. Contudo, foi possível concluir que a geração de resíduos sólidos ocorreu com diferenças significativas entre os locais, fato que tem profunda relação com as diferentes características socioeconômicas das populações.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Gerenciamento. Geração. Composição. Brasil.

## ABSTRACT

### QUALI-QUANTITATIVE STUDY AIMING IMPROVEMENTS IN THE SOLID WASTE MANAGEMENT OF TWO RESIDENTIAL CONDOMINIUMS IN THE CITY OF SANTA MARIA

AUTHOR: Érica Enderle Vitalli  
ADVISOR: Dr<sup>a</sup> Andressa de Oliveira Silveira

The growth of solid waste generation has caused problems, especially in developing countries, since solid waste management systems have not kept pace with the increasing amounts of disposed waste. For the design of well-performing waste management systems, it is essential to know the characteristics of the solid waste and the local population. The main objective of this study was to compare the quali-quantitative characteristics of solid waste from two residential condominiums in Santa Maria/RS: Condominium 1 (C1), comprises of 110 houses with an average market value of 740,000 Brazilian reais, and Condominium 2 (C2) consists of 120 apartment units with an average market value of 160,000 Brazilian reais. Initially, the diagnostic of the solid waste management of both sites was carried out through observations and surveys in loco. Subsequently, through the application of questionnaires, the socioeconomic characterization of the populations was performed, followed by the quali-quantitative analysis of the generated solid waste. Next, the waste segregation of the solid waste contained in the discarded containers was performed to classify them according to three degrees of segregation (1, 2 and 3). The residues were separated into 17 categories, and their mass and volume were quantified. Based on the results obtained, the per capita and household solid waste generation of each residential condominium and the apparent density of each waste category were calculated. Using R statistical software, the statistical analysis of the results was carried out. Also, observing the results obtained and the PNRS precepts, alternatives were proposed for the adequacy of solid waste management at both sites. The results showed that the current waste management at both two residential condominiums occurs in isolation from the external environment, and does not guarantee the correct destination of the different categories of generated waste. It was found that the two study sites have populations with distinct socioeconomic characteristics as well as different family profiles. C1 shows a higher education level and a higher average monthly household income in comparison to C2. Regarding the solid waste, it was found that 56.73% of the containers of C1 and 59.73% of those of C2 showed no evidence of waste segregation. Moreover, in C1, compared to C2, there is a higher percentage of recyclables and a lower percentage of compostable waste among the generated waste. Significant differences were observed between the two residential condominiums in the generation of various waste categories. The calculated per capita generation was  $0.63 \text{ kg.day}^{-1}$  in C1 and  $0.4 \text{ kg.day}^{-1}$  in C2, differing significantly. Ultimately, it was concluded that the generation of solid waste showed significant differences between the two study sites, which has a profound relationship with the different socioeconomic characteristics of the populations.

Keywords: Urban Solid Waste. Management. Generation. Composition. Brazil.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no mundo conforme nível de renda dos países .....	27
Figura 2 – Mapa de localização do município de Santa Maria/RS	
Figura 10 – Vista interna da lixeira do Condomínio 2 com resíduos dispostos sem saco plástico .....	46
Figura 3 – Fluxograma metodológico de desenvolvimento da pesquisa .....	31
Figura 4 – Procedimento de quarteamento dos resíduos sólidos e obtenção das amostras A1, A2 e T .....	36
Figura 5 – Lixeiras localizadas nas áreas externas do Condomínio 1 sem identificação da tipologia de resíduos a ser depositada .....	42
Figura 6 – Equipamento para coleta interna dos resíduos sólidos do Condomínio 1	43
Figura 7 – Lixeira metálica localizada na área externa do Condomínio 1 utilizada para acondicionamento temporário dos resíduos .....	44
Figura 8 – Compartimentos para armazenamento de resíduos sólidos no Condomínio 1 .....	44
Figura 9 – Lixeira para acondicionamento temporário dos resíduos sólidos do Condomínio 2 .....	45
Figura 11 – Resultados percentuais do questionamento do número de habitantes por faixa etária do Condomínio 1 e do Condomínio 2 .....	48
Figura 12 – Resultados percentuais do questionamento do grau máximo de instrução do chefe da família no Condomínio 1 e Condomínio 2 .....	49
Figura 13 – Resultados percentuais do questionamento da renda média mensal familiar em salários mínimos no Condomínio 1 e no Condomínio 2 .....	49
Figura 14 – Resultados do coeficiente de correlação de Spearman, equação da linha que melhor se ajusta ao modelo e coeficiente de determinação para análise da relação entre A1 e T e A2 e T no condomínio 1 .....	52
Figura 15 – Resultados do coeficiente de correlação de Spearman, equação da linha que melhor se ajusta ao modelo e coeficiente de determinação para análise da relação entre A1 e T e A2 e T no condomínio 2 .....	53
Figura 16 – Resultados dos percentuais de massa de resíduos gerados de cada categoria do Condomínio 1 para A1, A2 e T .....	54
Figura 17 – Resultados dos percentuais de massa de resíduos gerados de cada categoria do Condomínio 2 para A1, A2 e T .....	55
Figura 18 – Percentual médio de recipientes de acondicionamento de resíduos classificados no grau I, II e III de segregação no condomínio 1 e condomínio 2 .....	57
Figura 19 – Composição percentual média dos resíduos sólidos gerados no Condomínio 1 e no Condomínio 2 segundo nível 3 da análise composicional .....	59
Figura 20 – Composição percentual média dos resíduos sólidos gerados no Condomínio 1 e no Condomínio 2 segundo o nível 2 da análise composicional .....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Questionário socioeconômico a ser aplicado aos moradores do condomínio 1 e do condomínio 2.....	92
Quadro 2 – Cronograma de execução do levantamento de dados quali-quantitativos dos resíduos sólidos nos condomínios C1 e C2.....	34
Quadro 3 – Categorias dos resíduos sólidos utilizadas nas análises quali-qualitativas dos resíduos no C1 e C2.....	38
Quadro 4 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 1.....	69
Quadro 5 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 2.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos domiciliares de diversos estudos .....	21
Tabela 2 – Massa de resíduos sólidos coletada <i>per capita</i> no Brasil dos anos de 2010 a 2017 .....	22
Tabela 3 - Composição de resíduos sólidos em percentual de massa em diferentes localidades .....	89, 90
Tabela 4 - Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos de alguns municípios Brasil .....	28
Tabela 5 – Resultados dos demais questionamentos do questionário socioeconômico aplicados no Condomínio 1 e Condomínio 2 .....	51
Tabela 6 – Resultados da análise descritiva dos percentuais de massa de resíduos gerados de cada categoria do Condomínio 1 para A1, A2 e T e resultados do <i>Teste Wilcoxon-Mann-Whitney aplicado entre A1 e T e A2 e T</i> .....	54
Tabela 7 – Resultados da análise descritiva dos percentuais de massa de resíduos gerados de cada categoria do Condomínio 1 para A1, A2 e T e resultados do <i>Teste Wilcoxon-Mann-Whitney aplicado entre A1 e T e A2 e T</i> .....	56
Tabela 8 – Resultados da análise descritiva dos dados de segregação dos resíduos e resultados da aplicação do <i>Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de segregação dos dois condomínios</i> .....	58
Tabela 9 - Resultados da análise descritiva dos dados de composição dos resíduos e da aplicação do <i>Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de composição dos dois condomínios</i> .....	94
Tabela 10 – Resultados da análise descritiva dos dados de composição dos resíduos segundo o nível 1 da análise composicional e resultados da aplicação do <i>Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de composição dos dois condomínios</i> .....	63
Tabela 11 – Resultados da análise descritiva dos dados de densidade aparente total dos resíduos e resultado da aplicação do <i>Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de densidade dos dois condomínios</i> .....	64
Tabela 12 – Resultados da análise descritiva dos dados de densidade aparente para cada categoria de resíduos do Condomínio 1 e do Condomínio 2 .....	64
Tabela 13 – Resultados da análise descritiva dos dados de densidade aparente para cada categoria de resíduos do Condomínio 1 e do Condomínio 2 segundo o nível 1 da análise composicional .....	65
Tabela 14 – Resultados da análise descritiva dos dados de geração <i>per capita</i> dos resíduos sólidos e resultado da aplicação do <i>Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados dos dois condomínios</i> .....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEP	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ABRELPE	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS
C1	CONDOMÍNIO UM
C2	CONDOMÍNIO DOIS
EEA	EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
NBR	NORMA BRASILEIRA
PET	POLIETILENO TEREFALATO
PNRS	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
RSU	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
SISNIR	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>16</b>
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.2	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	17
2.3.1	Geração de Resíduos Sólidos Urbanos	21
2.3.2	Composição dos Resíduos Sólidos Urbanos	24
2.4	OBTENÇÃO DE DADOS PARA ESTUDOS QUALI-QUANTITATIVOS COM RESÍDUOS SÓLIDOS	29
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>30</b>
3.1	LOCAL DE ESTUDO	30
3.2	DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	32
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO	32
3.4	ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	33
3.4.1	Amostragem	35
3.4.2	Segregação	36
3.4.3	Composição gravimétrica	37
3.4.4	Densidade aparente	37
3.4.5	Geração per capita	39
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	39
3.6	ELABORAÇÃO DE MEDIDAS PARA ADEQUAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	40
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>42</b>
4.1	DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	42
4.1.1	Condomínio 1	42
4.1.2	Condomínio 2	45
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO	47
4.3	ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	51
4.3.1	Amostragem	51
4.3.2	Segregação	56
4.3.3	Composição gravimétrica	58
4.3.4	Densidade aparente	63
4.3.5	Geração per capita	65
4.4	ELABORAÇÃO DE MEDIDAS PARA ADEQUAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	67
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>76</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>78</b>
	REFERÊNCIAS	80
	APÊNDICE A – TABELA RESUMO DA COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	89
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO	92
	APÊNDICE C – RESULTADOS	94

## 1 INTRODUÇÃO

Diante do crescimento populacional, do desenvolvimento econômico e da urbanização, a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados aumentou (SANTOS et al., 2019). Embora seja uma problemática mundial, é nos países em desenvolvimento que esse obstáculo toma maiores proporções, visto que nessas nações a infraestrutura local e os sistemas de gerenciamento de resíduos, na maioria das vezes, não acompanharam a urbanização e o rápido crescimento populacional e econômico (LIIKANEN et al. 2018).

As baixas taxas de cobertura de coleta e de recuperação de materiais, bem como a inadequada disposição final de resíduos, são indicativos da ineficiência do gerenciamento dos resíduos sólidos. No Brasil, dados demonstram que, apesar de coleta de resíduos apresentar taxa de cobertura de 92,1% da população total, a recuperação e disposição final adequada de resíduos ainda são insatisfatórias, evidenciando a deficiente situação do gerenciamento de resíduos no país (BRASIL, 2019b).

Estudos qualitativos e quantitativos acerca de resíduos e rejeitos são valiosos para o efetivo conhecimento das oportunidades, dos desafios e das barreiras do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (MOURA; PINHEIRO; CARMO, 2018). As informações sobre geração e composição de resíduos e a análise dos fatores sociais em nível local são ferramentas fundamentais para o delineamento do gerenciamento de resíduos com bom desempenho (VIEIRA, MATHEUS, 2018; VILLALBA et al., 2020). Porém, nos países em desenvolvimento a disponibilidade desses registros é escassa ou inexistente (AYELERU; OKONTA; NTULI, 2018).

Dentro desse contexto, o conhecimento acerca das características da geração de resíduos sólidos e suas relações com diferentes características populacionais podem ser de grande importância para municípios brasileiros que buscam a adequação do gerenciamento de seus resíduos sólidos. Somente com essas informações será possível promover ações eficientes para o desenvolvimento desses sistemas.

Os condomínios residenciais representam modalidades habitacionais de grande representatividade nos centros urbanos brasileiros. Em virtude do valor similar dos imóveis são locais que abrigam populações com características econômicas semelhantes. Além disso, devido às barreiras físicas presentes, a maioria dos

condomínios são lugares que permitem a implementação descentralizada de sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos, apresentando-se como uma alternativa interessante para a adequação dos sistemas de gerenciamento de resíduos municipais.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi conhecer o funcionamento do gerenciamento de resíduos sólidos em dois condomínios residenciais, as características quali-quantitativas dos resíduos sólidos gerados e o perfil socioeconômico da população habitante. A partir disso, buscou-se comparar, as características dos resíduos sólidos de dois condomínios residenciais no município de Santa Maria/RS. Desse modo, será possível contribuir com o desenvolvimento de ações efetivas para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos a nível local e nacional.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Comparar as características quali-quantitativas dos resíduos sólidos de dois condomínios residenciais no município de Santa Maria/RS.

### 1.1.2 Objetivos específicos

O presente estudo tem os seguintes objetivos específicos:

- a) compreender o fluxo dos resíduos sólidos gerados nos dois condomínios;
- b) conhecer o perfil socioeconômico dos habitantes dos dois condomínios e relacioná-lo com as características quali-quantitativas dos resíduos sólidos gerados nos locais;
- c) propor melhorias nos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos dos dois condomínios.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduo sólido é todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final ocorre no estado sólido ou semissólido. Estão incluídos nessa definição gases contidos em recipientes e líquidos cujo lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água é inviável em virtude de suas características (BRASIL, 2010).

De acordo com a Lei 12.305/2010, os resíduos sólidos são classificados quanto à sua origem e à sua periculosidade. Em relação à sua origem podem ser:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios (BRASIL, 2010).

Ainda, podem ser classificados como resíduos perigosos e não perigosos, em virtude de suas características apresentarem ou não risco à saúde pública ou à qualidade ambiental (BRASIL, 2010). A NBR 10004/2004 classifica os resíduos sólidos, segundo sua periculosidade, em perigosos (classe I) e não perigosos (classe II). Os resíduos perigosos são aqueles que, devido às suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, apresentam característica de periculosidade. Em função de suas propriedades, esses resíduos podem oferecer risco à saúde pública,

podendo provocar mortalidade, contribuir para a incidência de doenças ou acentuar seus índices. Ainda, se gerenciados de forma inadequada, podem oferecer risco ao meio ambiente (ABNT, 2004a).

Os resíduos não perigosos são divididos em duas categorias: não inertes (classe II A) e inertes (classe II B). Os resíduos sólidos inertes são aqueles que, quando submetidos a um contato dinâmico ou estático com água destilada ou desionizada, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. Aqueles que não se enquadram na classe II B são os classificados como resíduos não perigosos não inertes, os quais podem apresentar características particulares, como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (ABNT, 2004a).

## 2.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento de resíduos sólidos é definido como um vasto conjunto de ações a serem exercidas direta ou indiretamente em todo o ciclo dos resíduos sólidos, desde sua geração até seu destino final. As etapas que as ações do gerenciamento de resíduos sólidos devem abranger são: coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação final dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010; HENRY, YONGSHENG, JUN, 2006).

Os objetivos do gerenciamento de resíduos sólidos são salvaguardar a saúde humana e o meio ambiente e preservar os recursos naturais (CERVANTES et al., 2018; GALLARDO et al., 2015). No entanto, a prioridade dada aos problemas do gerenciamento de resíduos é muito diferente de acordo com o padrão de vida no local em que é implementado. Enquanto que a meta atual de países em desenvolvimento é aumentar a cobertura do serviço de coleta e minimizar o despejo ilegal, nos países desenvolvidos a prioridade é minimizar a geração de resíduos sólidos e promover a recuperação de recursos (CERVANTES et al., 2018).

Reflexo disso é a porcentagem de recurso orçamentário destinado à gestão de resíduos sólidos que cada país emprega na coleta. Em países de baixa renda, os serviços de coleta compõem a maior parte do orçamento, de 80% a 90%; em contrapartida, em países de alta renda, as despesas com o serviço de coleta são de aproximadamente 10% (HOORNWEG, BHADA-TATA, 2012).

A coleta de resíduos consiste no armazenamento organizado na origem, na sua coleta e no transporte para o tratamento, reciclagem ou disposição final (CHRISTENSEN, 2011). O percentual de resíduos sólidos municipais coletado varia de acordo com a renda do país e com a região (HOORNWEG, BHADA-TATA, 2012). Países de renda mais alta tendem a ter mais eficiência de coleta. A taxa média de coleta em países de renda baixa é de 39%; em países de renda média baixa, de 51%; em países de renda média alta, a coleta atinge 82%; e nos países de renda alta 98% (KAZA et al., 2018).

Se comparada com outros ramos do saneamento básico no Brasil, a coleta de resíduos sólidos apresenta bons índices de abrangência, pois cerca de 98,8% da população urbana é atendida por esse serviço. Se a análise for ampliada para a população total dos municípios, a taxa de cobertura da coleta cai para 92,1% (BRASIL, 2019b).

Assim como ocorre em outros países menos industrializados, a coleta de resíduos no Brasil integra atores formais e informais na sua execução (CAMPOS, 2014). Apesar de os índices de abrangência de coleta serem elevados em grande parte do território brasileiro, o gerenciamento municipal de resíduos sólidos apresenta muitas fraquezas. Esses problemas, em sua maioria, estão relacionados a problemas de coleta e transporte, devido à coleta informal e à disposição irregular, de frequência e cobertura desigual nas áreas urbanas e rurais, e de descarte final inadequado de resíduos. Desse modo, para garantir uma melhor qualidade ambiental e a regulamentação do gerenciamento de resíduos, o governo brasileiro estabeleceu uma política nacional de resíduos sólidos (CETRULO et al., 2018).

Um marco para o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil foi a aprovação da Lei 12.305, em 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010). Após mais de duas décadas de tramitação, essa lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e tornou-se a estrutura reguladora para o gerenciamento de resíduos sólidos no país (DUTRA; YAMANE; SIMAN, 2018). Tal lei foi fundamentada em uma visão sistemática da gestão de resíduos sólidos, que considera variáveis ambientais, sociais, econômicas, culturais e tecnológicas (CETRULO et al., 2018).

Uma nova forma de conduzir o gerenciamento e a gestão dos resíduos sólidos no país foi implementada por esta lei. As ações executadas devem respeitar a ordem de prioridade de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL,

2010). Dessa maneira, a PNRS fomenta ações que promovam a recuperação de maior parcela de materiais e, por consequência, resultem em uma menor quantidade de material residual (CAMPOS, 2014). Porém, quase uma década após a aprovação da PNRS, os programas de recuperação de resíduos no país ainda operam precariamente (FERRI; CHAVES; RIBEIRO, 2015). A baixa taxa de recuperação de resíduos sólidos evidencia essa situação: no ano de 2018, apenas 2,2% da massa total de resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados no Brasil foi recuperada (BRASIL, 2019b).

Um dos instrumentos apresentados pela PNRS para a redução da quantidade de rejeitos encaminhados para a disposição final é a coleta seletiva. Ela é definida como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição (BRASIL, 2010). Porém, a generalização dessa modalidade de coleta no país ainda está longe de acontecer. Dos 3.468 municípios que prestaram informações quanto à existência de coleta seletiva ao Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, apenas 38,1% disseram apresentar coleta seletiva, podendo ela ser executada sob qualquer modalidade e em qualquer abrangência territorial (BRASIL, 2019b). No Brasil, a coleta seletiva é realizada pelo governo local, por associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis e por revendedores de sucata (CAMPOS, 2014).

Quanto à disposição final dos resíduos sólidos, a Lei 12.305/2010 apresenta que ela não pode ser efetuada por meio de lançamento em corpos hídricos, de queima a céu aberto ou em instalações não licenciadas, nem por meio de lançamento *in natura* a céu aberto. A lei também deixa claro, em seu escopo, que a disposição final deve ser empregada somente para a parcela de resíduos que não pode ser aproveitada ou recuperada, devendo ser realizada de forma ordenada em aterros, respeitando normas operacionais específicas a fim de evitar danos ou riscos à saúde e à segurança da população e minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2010).

Ainda quanto à disposição final, esta lei estabelece um prazo de adequação de quatro anos após sua publicação. Nove anos após sua aprovação, verifica-se, porém, que a realidade dos municípios brasileiros se mostra longe da ideal. De um total de 3.603 municípios que forneceram informações sobre a destinação final de resíduos domiciliares e públicos ao Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 44,9% declaram realizar destinação inadequada de seus resíduos. Desses, 16,8%

enviam seus resíduos para aterros controlados e 28,1% enviam para lixões (BRASIL, 2019b).

Esses resultados demonstram o estágio primário do gerenciamento de resíduos sólidos do Brasil se comparado, por exemplo, à Europa que, no ano de 2016, apresentou uma média de reciclagem e compostagem de 46% dos resíduos gerados. Do restante dos resíduos, 27% foram incinerados (para geração de energia ou não), 24% foram encaminhados para aterro sanitário e 3% apresentaram outras destinações (EUROSTAT, 2019). Ainda, em países europeus, no ano de 2014, o percentual de resíduos gerados que foi reciclado e ou destinado à compostagem atingiu valores de 64% na Alemanha, 56% na Áustria, 55% na Bélgica e 54% na Suíça (EEA, 2016).

No município de Santa Maria, no ano de 2018, a coleta municipal de resíduos sólidos atendeu 99,39% da população total, totalizando 76.427 toneladas de resíduos sólidos urbanos coletados (SISNIR, 2020). A coleta dos resíduos sólidos urbanos no município é realizada por duas empresas terceirizadas. Uma das companhias realiza a coleta de forma containerizada, com equipamentos de coleta de basculamento lateral. A outra empresa realiza coleta de forma convencional, com execução manual porta a porta, utilizando caminhões coletores compactadores de carregamento traseiro. Com relação à destinação final, os resíduos sólidos urbanos recolhidos pela coleta municipal em Santa Maria são destinados a um aterro sanitário privado, localizado no próprio município (SANTA MARIA, 2019a).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2020), no ano de 2018, o município declarou não possuir coleta seletiva. Ademais, o município reconheceu, em seu território, a existência de 1 unidade associativa de catadores, além da presença de catadores de materiais recicláveis que trabalham dispersos na cidade (SISNIR, 2020). No final do ano de 2019, um novo passo na efetivação da coleta seletiva foi dado no município: foram instalados, na zona central da cidade, 50 contêineres onde podem ser depositados resíduos recicláveis pela população (SANTA MARIA, 2019c).

## 2.3 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

### 2.3.1 Geração de Resíduos Sólidos Urbanos

A geração global de resíduos sólidos urbanos no ano de 2016 foi de aproximadamente 2,01 bilhões de toneladas. Até o ano de 2030, estima-se que a geração deverá aumentar para aproximadamente 2,59 bilhões de toneladas por ano, atingindo 3,4 bilhões de toneladas geradas no ano de 2050 (KAZA et al., 2018).

Tabela 1 – Geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares de diversos estudos

Local	Geração média (kg <i>per capita</i> <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Fonte
Abuja – Nigéria	0,634	(OGWUELEKA, 2013)
Bangalore – Índia	0,091	(RAMACHANDRA et al., 2018)
Biscaia – Espanha	1,03	(ORIBE-GARCIA et al., 2015)
Chihuahua – México	0,676	(GOMEZ et al., 2008)
Dehradun – Índia	0,055	(SUTHAR; SINGH, 2015)
Dhanbad – Índia	0,41	(KHAN; KUMAR; SAMADDER, 2016)
Haifa – Israel	0,573	(ELIMELECH; AYALON; ERT, 2018)
Jaú- Brasil	0,643	(REZENDE et al., 2013)
Makurdi – Nigéria	0,54	(SHA'ATO et al., 2007).
Mexicali – México	0,981	(OJEDA-BENÍTEZ; ARMIJO-DEVEGA; MARQUEZ-MONTENEGRO, 2008)
Pequim – China	0,23	(QU et al., 2009)
Suzhou – China	0,28	(GU et al., 2015)
Tandil – Argentina	0,401	(VILLALBA et al., 2020)
Tulsipur – Nepal	0,33	(DANGI; URYNOWICZ; BELBASE, 2013)
Gana	0,47	(MIEZAH et al., 2015)
Guelph – Canadá	0,6	(PARIZEAU; MASSOW; MARTIN, 2015)
Chittagong – Bangladesh	0,25	(SUJAUDDIN; HUDA; HOQUE, 2008)
Xiamen - China	0,31	(XU et al., 2016)

Fonte: Elaborado pela autora.

A geração de resíduos sólidos pode variar consideravelmente por região, país, cidade e até mesmo dentro das cidades (HOORNWEG, BHADA-TATA, 2012; WILSON, 2015). Essa variação pode ser observada na Tabela 1, que apresenta uma síntese da geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares encontrada em diversos trabalhos de diferentes localidades.

Durante os anos de 2010 a 2015, a geração de resíduos sólidos no Brasil foi crescente. Nesses cinco anos, o crescimento foi de 31,25%, passando a geração total de 166.762 t dia<sup>-1</sup> para 218.874 t dia<sup>-1</sup> (ABRELPE, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015). Parte desse crescimento é associado aos hábitos sociais desenvolvidos na

década que antecedeu 2015, quando o país viveu momentos de prosperidade econômica, e ocorreu a inclusão de grande volume de descartáveis no modelo de consumo da população (ABRELPE, 2015).

Do ano de 2015 a 2016, a população do país cresceu 0,8%; porém, a geração de resíduos caiu quase 3%, sendo gerado um total de 212.753 t dia<sup>-1</sup>. Isso resultou em uma geração *per capita* de 1,032 kg hab<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no ano de 2016, apresentando uma queda de 3,6% em relação a geração *per capita* do ano anterior (ABRELPE, 2015, 2016). A geração total de resíduos sólidos aumentou 1% de 2016 a 2017, o mesmo crescimento observado no Produto Interno Bruto do país, enquanto a população teve crescimento de 0,75%. Decorrendo um aumento de 0,48% na geração per capita de resíduos sólidos urbanos durante esse período (ABRELPE, 2017). Entre os anos de 2017 e 2018 a geração per capita manteve-se crescente, passando de 1,035 kg hab<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para 1,039 kg hab<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (ABRELPE, 2019).

Tal comportamento também é verificado pelo Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, que apresenta incremento da quantidade de resíduos sólidos coletada *per capita* com relação à população urbana de 2010 a 2014 (BRASIL, 2012a, 2013, 2014, 2015, 2016). Decréscimo entre os anos de 2014 e 2016, histórico que possivelmente retrata a crise pela qual passou o país neste período (BRASIL, 2016, 2017, 2018, 2019). E retomada no crescimento da quantidade coletada no ano de 2017, como apresentado na Tabela 2 (BRASIL, 2019a).

Tabela 2 – Massa de resíduos sólidos coletada per capita no Brasil dos anos de 2010 a 2018

Região	Indicador médio da massa coletada <i>per capita</i> (kg hab <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Norte	1,05	1,13	1,10	1,09	1,09	1,13	0,99	1,08	1,05
Nordeste	1,00	1,09	1,17	1,19	1,21	1,22	1,10	1,08	1,13
Sudeste	0,88	0,90	0,96	0,94	1,02	0,96	0,90	0,91	0,92
Sul	0,79	0,77	0,81	0,82	0,83	0,84	0,81	0,81	0,81
Centro-Oeste	1,40	1,37	1,04	1,22	1,26	0,97	0,93	1,12	1,05
Total	0,93	0,96	1,00	1,01	1,05	1,00	0,94	0,95	0,96

Fonte: (BRASIL, 2012a, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019a, 2019b).

Diversos fatores influenciam na taxa de geração de RSU, como por exemplo, o desenvolvimento, o grau de industrialização, urbanização, hábitos e o clima local (GALLARDO et al., 2016; HOORNWEG, BHADA-TATA, 2012). Acredita-se que à medida que a renda disponível e os padrões de vida aumentam ou diminuem, o consumo de bens e serviços também aumenta ou diminui respectivamente, assim como a quantidade de resíduos gerada (HOORNWEG, BHADA-TATA, 2012; KESER, DUZGUN, AKSOY, 2012).

No ano de 2016, a geração de resíduos sólidos em países de renda baixa, média baixa, média alta e alta foi estimada, respectivamente, em 0,4 kg *per capita*<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 0,53 kg *per capita*<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 0,69 kg *per capita*<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e 1,58 kg *per capita*<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (KAZA et al., 2018). Nos últimos 50 anos, a geração de resíduos sólidos *per capita* aumentou intensamente e mostrou uma forte correlação com o nível de renda nacional. Porém, verifica-se que, nos países de alta renda, as taxas de geração de resíduos sólidos urbanos estão começando a se estabilizar ou a ter uma pequena diminuição. Isso se dá, em consequência de terem atingido um ponto de desenvolvimento econômico em que o consumo de materiais está menos vinculado ao crescimento do Produto Interno Bruto. No entanto, nos países de renda baixa e média, espera-se que, à medida que as economias continuam a crescer, a geração de resíduos *per capita* aumente constantemente (KAZA et al., 2018; WILSON, 2015).

Ademais, fatores socioeconômicos, como ocupação, número de pessoas por domicílio e nível educacional, também são considerados fatores influentes na geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares (KESER; DUZGUN; AKSOY, 2012; BANDARA et al., 2007; SUJAUDDIN et al., 2008).

Alguns estudos avaliaram a relação entre geração de resíduos sólidos domiciliares e características socioeconômicas da população. A renda média familiar foi positivamente relacionada com a geração de resíduos sólidos pelos estudos de Sujauddin, Huda e Hoque (2008), Ogwueleka (2013) e Ramachandra et al. (2018). Trang et al. (2017), contrariamente aos resultados dos demais autores, encontraram um significativo efeito negativo da renda na geração de resíduos sólidos domésticos. Suthar e Singh (2015) também estudaram a influência da renda na geração de resíduos sólidos; porém, constataram que, estatisticamente, não houve diferença significativa entre os grupos socioeconômicos e a taxa total de geração de resíduos. Ainda, Qu et al. (2009) observaram que as famílias de renda média produzem mais resíduos domésticos do que as de baixa e alta renda, o que se atribuiu ao fato de

possuírem condições mais favoráveis, que são dinheiro e tempo suficientes para o consumo. Esse resultado também foi obtido por Khan, Kumar e Samadder (2016).

Outra característica determinante para a geração de resíduos sólidos domiciliar é o número de pessoas residentes no local. O tamanho da família foi positivamente correlacionado com a geração de resíduos sólidos pelos estudos de Sujauddin, Huda e Hoque (2008), Burnley et al. (2007), Khan, Kumar e Samadder (2016), Suthar e Singh (2015) e Trang et al. (2017). Além disso, a relação entre o tamanho da família e a geração diária *per capita* de resíduos sólidos também foi estudada. Ramachandra et al. (2018) verificaram que o tamanho da família estava relacionado negativamente com a geração diária *per capita* de resíduos. De forma semelhante, Ogwueleka (2013) observou que, no grupo de alta renda, o tamanho das famílias teve relação negativa com a geração de resíduos diários *per capita*.

O nível de escolaridade foi positivamente correlacionado com a geração de resíduos sólidos no estudo de Sujauddin, Huda e Hoque (2008). Qu et al. (2009) constataram que as famílias com um nível de educação avançado foram as que produziram mais resíduos domésticos, enquanto as famílias com um nível de ensino secundário produziram menos. Trang et al. (2017) também verificaram um efeito positivo da educação na geração de resíduos mas insignificante. Ramachandra et al. (2018) concluíram, em seu estudo, que os níveis de escolaridade não foram significativamente relacionados à geração de resíduos.

### **2.3.2 Composição dos Resíduos Sólidos Urbanos**

Os resíduos domiciliares são constituídos de uma grande mistura de materiais, os quais podem ser restos de alimentos, resíduos de jardim, papel, plástico, vidro, metais, madeira, têxteis, entre outros. Podem, ainda, ser encontrados resíduos especiais, tais como itens volumosos, pneus, eletrônicos e resíduos perigosos (HOORNWEG, BHADA-TATA, 2012; TCHOBANOGLIOUS; KREITH, 2002).

Uma porção pequena da massa dos resíduos sólidos domiciliares gerados, cerca de 1%, representa a fração de resíduos domésticos perigosos (INGLEZAKIS; MOUSTAKAS, 2015). Dentre os resíduos domésticos perigosos estão tintas, produtos de limpeza, óleos, baterias, medicamentos, pesticidas, equipamentos elétricos e eletrônicos e lâmpadas fluorescentes (BOUND, KITSOU, VOULVOULIS, 2006; GENDEBIEN et al., 2002; GU et al., 2014). Segundo Inglezakis e Moustakas (2015) a

geração *per capita* anual desses resíduos varia de 0,4 kg a 7,9 kg em diferentes países e épocas, e a geração média fica em torno de 3,13 kg *per capita*<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Todos os equipamentos elétricos e eletrônicos bem como suas peças, que foram descartados como resíduos, são considerados resíduos eletrônicos ou *e-waste*. Como resultado dos avanços tecnológicos e do crescimento da sociedade global da informação, a quantidade de resíduos eletrônicos gerados é crescente. Estima-se que, a nível mundial, são gerados em média 6,1 kg *per capita*<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (BALDÉ et al., 2017).

Araújo et al. (2012) estimaram a geração média de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos para o Brasil de 3,77 kg *per capita*<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Ainda no Brasil, é estimada uma geração de 4,8 kg *per capita*<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o município de São Paulo, 4,54 kg *per capita*<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em Fernando de Noronha e 4 kg *per capita*<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em São José dos Campos (ABBONDANZA, SOUZA, 2019; ARAUJO et al., 2017; RODRIGUES, GUNTHER, BOSCOV, 2015). Ademais, Araujo et al. (2017) verificaram que a população ignora o potencial de periculosidade dos resíduos eletroeletrônicos e os trata como resíduos domésticos comum. Também constataram que existe relação positiva entre nível de educação e consumo de equipamentos eletroeletrônicos, bem como há correlação entre renda mensal, nível de escolaridade e equipamentos eletrônicos de maior custo.

Os resíduos domiciliares são constituídos por grande parcela de restos de alimentos ou resíduos alimentares, os quais são divididos em evitáveis e inevitáveis. Os restos de alimentos evitáveis são aqueles produtos alimentares que poderiam ter sido consumidos ou preparados, mas que não foram. Os restos de alimentos inevitáveis são os resíduos gerados durante a preparação dos alimentos juntamente com itens não comestíveis, como ossos e cascas (EDJABOU et al., 2016; SCHOTT, ANDERSSON, 2015; ZHANG et al., 2018).

Os resíduos alimentares evitáveis foram observados por alguns estudos como sendo a fração predominante do total de restos de alimentos nos domicílios. Elimelech, Ayalon e Ert (2018) verificaram que 54% do total de desperdício de alimentos eram evitáveis. Do modo semelhante, Edjabou et al. (2016) constataram uma parcela de resíduos alimentares evitáveis de 54,4%. Fatores sociais, culturais e econômicos podem influenciar as práticas domésticas de descarte de alimentos (PARIZEAU; MASSOW; MARTIN, 2015). Zhang et al. (2018), através de seu estudo, confirmaram que o tamanho e a renda do agregado familiar estão positivamente correlacionados à quantidade total e à quantidade evitável de resíduos sólidos

alimentares. Hanssen, Syversen e Stø (2016) também constataram, por meio de diferenças significativas entre as médias geradas, que famílias maiores geram, em termos absolutos, maior quantidade de restos de alimentos.

A composição dos resíduos sólidos gerados pode ser influenciada por uma série de condições, como grau de desenvolvimento econômico e industrial, regras culturais, localização geográfica, clima e fontes de energia (GALLARDO et al., 2016; HOORNWEG, BHADA-TATA, 2012; KHAJURIA, YAMAMOTO, MORIOKA, 2010). A localização geográfica pode, por exemplo, exercer influência na composição dos resíduos por determinar os materiais utilizados em construções, a quantidade de resíduos sólidos provenientes de aquecimento doméstico e a quantidade de materiais oriundos da varredura de ruas (HOORNWEG, BHADA-TATA, 2012; NAS, BAYRAM, 2008).

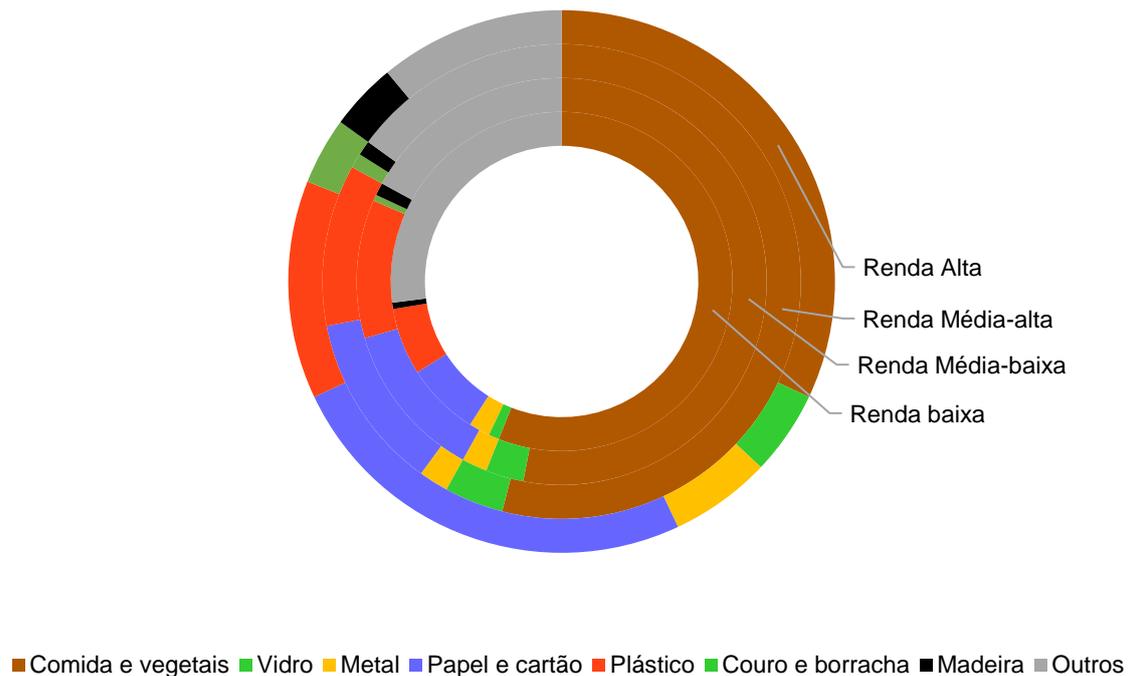
Burnley et al. (2007) correlacionou positivamente o número de pessoas vivendo em uma casa com a geração de restos de alimentos e resíduos de cozinha, papel e caixas de papelão. Qu et al. (2009) concluíram que a renda familiar estava negativamente relacionada à taxa de resíduos de cozinha gerados e positivamente relacionada à taxa de resíduos de papel e plástico gerados. Sujauddin, Huda e Hoque (2008) verificaram uma tendência de aumento na geração de resíduos sólidos vegetais e alimentares da classe econômica com mais renda para a classe de menor renda, ainda, constataram uma tendência oposta para metais. O perfil etário apresentou forte interferência na composição dos resíduos sólidos no estudo de Burnley et al. (2007). Os agregados familiares com pessoas menores de 16 anos produziram mais garrafas de plástico e fraldas descartáveis. Já os com moradores na faixa etária de 17 a 44 anos produziram mais resíduos de cozinha. Nas casas com pessoas na faixa de 45 a 64 anos, foram produzidos mais resíduos de revistas e jornais.

A composição dos resíduos varia consideravelmente de acordo com o nível de renda. A proporção de materiais recicláveis nos resíduos, como papel e plásticos, cresce conforme aumenta a renda de um país, enquanto que as frações de matéria orgânica diminuem (Figura 1) (GALLARDO et al., 2014; KAZA et al., 2018; SHEKDAR, 2009).

A composição dos resíduos sólidos urbanos e resíduos sólidos domiciliares varia de local para local, como pode ser observado na Tabela 3 (Apêndice A). Nos

estudos analisados, a fração de restos de alimentos em termos percentuais da massa variou de 21% a 66%.

Figura 1 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no mundo conforme nível de renda dos países



Fonte: (KAZA et al., 2018).

A composição média da massa total de resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil no ano de 2008 indicava que 31,9% dos resíduos sólidos eram materiais recicláveis, 51,4% era matéria orgânica e 16,7% eram outros materiais (BRASIL, 2012b). No município de Santo André, estado de São Paulo, da massa de resíduos sólidos urbanos analisada no ano de 2019, 38,79% eram orgânicos (restos de alimentos e resíduos de jardim), 11,12% eram papéis (papel branco, papelão, tetrapak, revistas e jornais), 14,77% eram plásticos (todos os tipos de plásticos, borracha, isopor e embalagens aluminizadas), 8,94% eram têxteis (têxteis e couro), 10,80% eram resíduos sanitários e fraldas e 15,58% eram resíduos inertes não combustíveis (vidro, metais, e outros) (DRUDI et al., 2019).

A composição média dos resíduos sólidos urbanos do estado do Rio Grande do Sul no ano de 2014 indica que 60% dos resíduos gerados são matéria orgânica,

25% são resíduos recicláveis e 15% são rejeitos (SAFFER, 2014). No município de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, os resíduos oriundos da coleta domiciliar nos anos de 2009 e 2010 apresentaram uma composição de aproximadamente 57,27% de matéria orgânica, 28,87% de recicláveis e 15,86% de rejeitos e outros (FLECK, 2013).

No município de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, a caracterização dos resíduos municipais gerados indica que 31,9% dos resíduos gerados são resíduos recicláveis, 51,6% são matéria orgânica e 16,5% são outros materiais. Dentre a fração reciclável, 2,3% é aço, 0,6% é alumínio, 13,1% é papel, papelão e tetra pack, 8,9% é plástico filme, 4,6% é plástico rígido, e 2,4% é vidro (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA, 2015). Ademais, apresenta-se na Tabela 4, a caracterização dos resíduos sólidos de outros municípios brasileiros com tamanho populacional próximo ao do município de Santa Maria.

Tabela 4 - Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos de alguns municípios brasileiros

	<b>Canoas</b>	<b>Gravataí</b>	<b>Foz do Iguaçu</b>	<b>Novo Hamburgo</b>	<b>Pelotas</b>	<b>Palmas</b>	<b>Suzano</b>
<b>Matéria Orgânica</b>	55,39	67	57,35	40,22	52,8	38,24	49
<b>Papel</b>	13,75	10	5,26	15,94	10,2	10,84	10
<b>Plásticos</b>	13,72	11	9,52	13,66	8,3	26,18	12
<b>Vidros</b>	0,58	4	3,72	5,31	1,4	7,77	1
<b>Metais</b>	3,79	3	1,92	0,99	2,8	3,68	3
<b>Rejeitos</b>	12,77	5	22,24	23,88	24,5	13,29	25

Fonte: Adaptado de (CONSÓRCIO PRÓ-PELOTAS, 2014; CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012; SOUZA, 2014; PREFEITURA DE GRAVATAÍ, 2016; PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SUZANO, 2014; PREFEITURA MUNICIPAL DE CANOAS, 2014; PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU, 2012).

O conhecimento das características dos resíduos sólidos gerados, como quantidade e composição, são fundamentais para o planejamento, a operação e a otimização de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos (BEIGL; LEBERSORGER; SALHOFER, 2008; EDJABOU et al., 2015; GU et al., 2015; VILLALBA et al., 2020). Essas informações podem auxiliar, por exemplo, na estimativa do potencial de recuperação de materiais, na identificação de fontes de diferentes componentes e no melhoramento das estratégias do gerenciamento (AYELERU; OKONTA; NTULI, 2018; GU et al., 2015). Além disso, o entendimento dos fatores

sociais que influenciam o comportamento das famílias também é determinante para um bom desempenho do sistema (VIEIRA, MATHEUS, 2018; KNICKMEYER, 2020).

#### 2.4 OBTENÇÃO DE DADOS PARA ESTUDOS QUALI-QUANTITATIVOS COM RESÍDUOS SÓLIDOS

Dados precisos e confiáveis sobre a geração e a composição dos resíduos são importantes para o planejamento e a avaliação do gerenciamento de resíduos (EDJABOU et al., 2015; VILLALBA et al., 2020). Na ausência de metodologias padronizadas e comumente aceitas de caracterização de resíduos, várias abordagens são relatadas na literatura (EDJABOU et al., 2015).

Dependendo do objetivo desejado a amostragem comumente é realizada a nível de família (EDJABOU et al., 2015; KHAN, KUMAR, SAMADDER, 2016; OJEDA-BENÍTEZ, VEGA, MARQUEZ-MONTENEGRO, 2008), ou quando um conhecimento mais geral do fluxo é satisfatório, estudos consideram a carga de um veículo de coleta como uma amostra (AYELERU, OKONTA, NTULI, 2018; SAIDAN, ABUDRAIS, AL-MANASEER, 2017).

Um processo com grande utilização em estudos de caracterização de resíduos é a estratificação. Os critérios utilizados são: tipo de área, tamanho da propriedade, diferenças socioeconômicas, produtores de resíduos ou outros. Por meio da coleta separada de resíduos de cada estrato, é possível conectar as características do estrato com a composição dos resíduos (SAHIMAA et al., 2015).

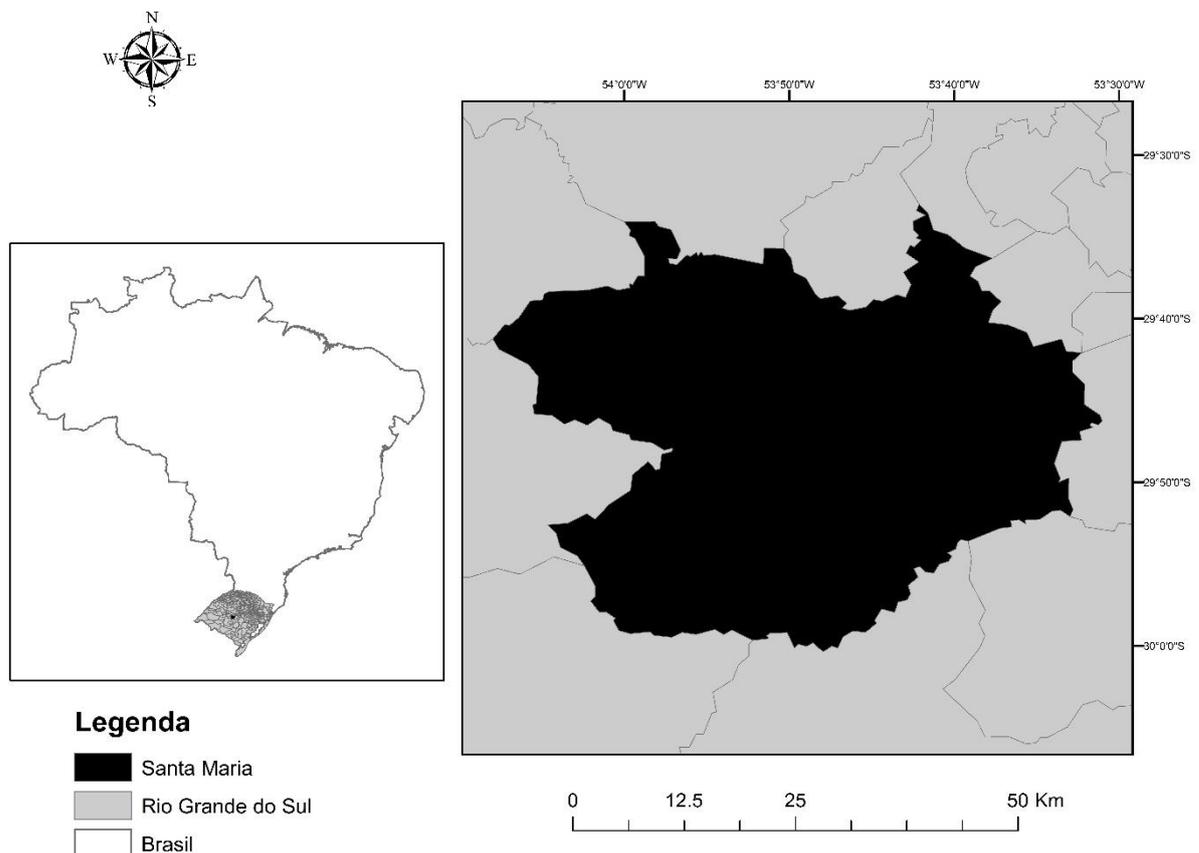
Segundo Lisa e Anders (2008), que analisaram 20 métodos para estudos de composição de resíduos, não existe uma conclusão definitiva sobre o tamanho apropriado da amostra nem sobre o número de subamostras necessárias para estudos com resíduos sólidos. A *American Society for Testing and Materials* (1992) considera subamostras de 91-136 kg representativas da carga de um veículo, enquanto Sahimaa et al. (2015) indicam subamostras mínimas de 100 kg para amostras, compreendendo resíduos de 100 a 200 domicílios. No Brasil a NBR 10007/2004 é a norma que fixa requisitos exigíveis para a amostragem de resíduos sólidos (ABNT, 2004b). Porém, ela não traz especificações acerca do tamanho de amostras e do número mínimo de amostras necessários.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 LOCAL DE ESTUDO

A área de estudo compreende dois condomínios residenciais localizados no município de Santa Maria. A cerca de 293 km da capital Porto Alegre, o município de Santa Maria situa-se no centro do estado do Rio Grande do Sul, e é considerado polo de sua microrregião e mesorregião (Figura 2) (SANTA MARIA, 2019b).

Figura 2 – Mapa de localização do município de Santa Maria/RS



Fonte: Elaborado pela autora.

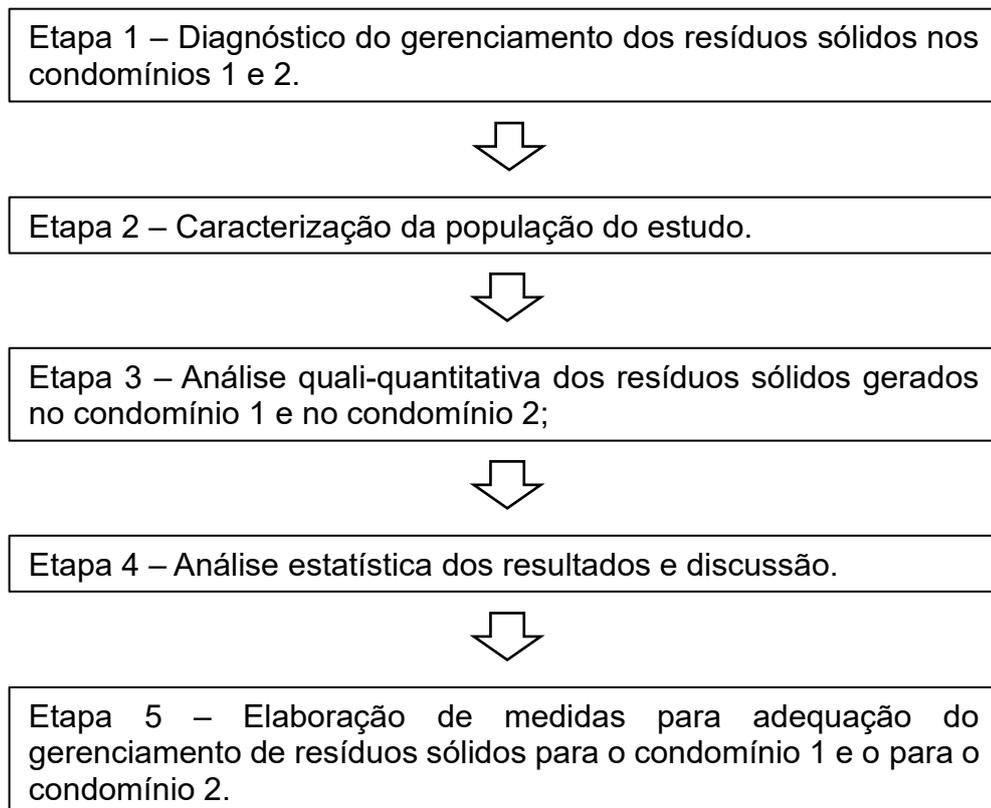
O condomínio 1 (C1) localiza-se a aproximadamente 6 km do centro da cidade de Santa Maria, possui uma área com aproximadamente 28.000 m<sup>2</sup> e abriga 110 casas, das quais observou-se que cerca de 98 são habitadas. Caracteriza-se por apresentar configuração horizontal e circulação restrita de pessoas, sendo definido,

portanto, como um condomínio fechado. Os imóveis possuem, em média, 160 m<sup>2</sup> de área útil e seu valor médio de mercado é de 740.000 reais.

O condomínio 2 (C2) localiza-se a cerca de 10 km do centro da cidade, possui uma área de aproximadamente 5.000 m<sup>2</sup> e caracteriza-se por apresentar uma configuração vertical e circulação restrita de pessoas no seu interior. É composto por 120 apartamentos distribuídos em 6 blocos, dos quais cerca de 107 são habitados. A área útil dos imóveis é de aproximadamente 50 m<sup>2</sup>, cujo valor de mercado é de 160.000 reais. O C2 faz parte do Programa de Arrendamento Residencial, um programa da prefeitura em parceria com o governo federal e operacionalizado pela Caixa Econômica Federal (SANTA MARIA, 2019d).

Este estudo foi desenvolvido em uma série de etapas, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma metodológico de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2 DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Por meio de observações e levantamentos *in loco* nos dois conjuntos habitacionais, foram levantadas as informações necessárias para compor o diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos de cada local. Mediante três visitas em cada local, foram obtidas informações acerca de: forma de coleta dentro do condomínio, quantidade e volume de recipientes de acondicionamento temporário, frequência da coleta municipal e problemas enfrentados relacionados ao descarte de resíduos.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO

Objetivando conhecer as características da população em estudo, aplicou-se um questionário socioeconômico nos domicílios dos dois condomínios. Segundo Burnley et al. (2007), esta é a única maneira de se obter informações específicas sobre o tamanho de cada família, idade e comportamento relacionado aos resíduos.

Para a aplicação do questionário, utilizou-se o modelo de questionário tradicional em papel, a partir do qual investigou-se, dentre outras informações: o tamanho de cada agregado familiar, idade dos moradores, o rendimento de cada agregado familiar e o nível de educação do chefe de cada família (BURNLEY et al., 2007; GU et al., 2015).

O questionamento direto sobre a renda média domiciliar foi avaliado como uma questão delicada, pois poderia gerar desconforto à população estudada. Desse modo, além de uma questão direta que investigava essa variável, utilizou-se uma metodologia auxiliar adaptada de ABEP (2018) para ser empregada em caso de baixa taxa de resposta a essa questão. Essa metodologia estima a renda média domiciliar de acordo com o grau de instrução do chefe da família e com a quantidade de determinados eletrodomésticos e itens da infraestrutura domiciliar.

O questionário aplicado, apresentado no Quadro 1 do apêndice B, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria. Optou-se pela utilização de linguagem simples e abordagem direta para garantir a brevidade de aplicação e assegurar o fácil entendimento dos questionamentos. Visando obter uma maior taxa de retorno, selecionou-se o método porta a porta para a aplicação dos

questionários (VACCARI et al., 2013). O preenchimento do questionário foi realizado pelos entrevistadores, que leram e explicaram as questões aos entrevistados.

O tamanho necessário da amostra de domicílios para a aplicação dos questionários em cada condomínio foi calculado pelas Equações 1 e 2 (THOMPSON, 2012). Visando à estimativa do tamanho da população nos condomínios, o tamanho da amostra de domicílios foi calculado com base no número de habitante das residências.

$$n_0 = \frac{N^2 z^2 \sigma^2}{d^2} \quad (1)$$

$$n = \frac{1}{\frac{1}{n_0} + \frac{1}{N}} \quad (2)$$

Sendo:  $n$  – tamanho da amostra necessária;  $N$  – tamanho da população;  $z$  – normal (para  $\alpha=0,1$   $z=1,645$ );  $\sigma^2$  – variância populacional;  $d$  – erro padrão.

Para o cálculo do tamanho amostral, utilizou-se a variância amostral da aplicação do questionário em 50 residências como uma estimativa da variância populacional (THOMPSON, 2012). Ainda, considerou-se o tamanho da população no C1 e no C2 apenas as residências habitadas que são, respectivamente, 98 e 107 residências.

Pelas Equações 3 e 4, adaptadas de Thompson (2012), realizou-se a estimativa da população dos condomínios.

$$\bar{y} = \frac{1}{n} (y_1 + y_2 + \dots + y_n) \quad (3)$$

$$\text{População total} = N \times \bar{y} \quad (4)$$

Sendo:  $\bar{y}$  – média amostral;  $n$  – residências entrevistadas;  $y_n$  – número de pessoas por residência;  $N$  – total de residências habitadas.

### 3.4 ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Foram realizados 12 dias de coletas de dados em cada condomínio, os quais foram distribuídos em um período de aproximadamente 4 meses, conforme

apresentado no Quadro 2. O cronograma foi adaptado à disponibilidade da equipe de trabalho e, devido ao número restrito de pessoas, as análises não puderam ser executadas nos dois condomínios nos mesmos dias.

Devido à impossibilidade de realizar análises simultâneas nos dois condomínios, desenvolveu-se um cronograma para a realização do estudo, de modo a reduzir ao máximo o intervalo de tempo entre as análises dos dois locais, a fim de atenuar possíveis fatores de intervenção nas características de geração, a exemplo de interferências sazonais. Tomou-se o cuidado de distribuir de forma homogênea, nos dois locais, as análises realizadas em dias de início e final do mês, o que também pode ser um fator de influência nas quantidades e tipologias de materiais gerados em cada local. Ainda, devido à geração ser distinta nos diferentes dias da semana, os 12 dias analisados em cada local foram selecionados de modo a abranger duas semanas completas (domingo a sábado) (DAHLÉN; LAGERKVIST, 2008). Ademais, pelas possíveis alterações na massa dos materiais, as coletas não foram realizadas em dias com ocorrência de precipitações.

Quadro 2 – Cronograma de execução do levantamento de dados quali-quantitativos dos resíduos sólidos nos condomínios C1 e C2

<b>Coleta</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>
01	21/01/2019 (Segunda-Feira)	15/01/2019 (Terça-Feira)
02	22/01/2019 (Terça-Feira)	19/01/2019 (Sábado)
03	23/01/2019 (Quarta-Feira)	28/01/2019 (Segunda-Feira)
04	24/01/2019 (Quinta-Feira)	29/01/2019 (Terça-Feira)
05	25/01/2019 (Sexta-Feira)	30/01/2019 (Quarta-Feira)
06	26/01/2019 (Sábado)	31/01/2019 (Quinta-Feira)
07	05/02/2019 (Terça-Feira)	01/02/2019 (Sexta-Feira)
08	09/02/2019 (Sábado)	02/02/2019 (Sábado)
09	29/03/2019 (Sexta-Feira)	22/03/2019 (Sexta-Feira)
10	08/04/2019 (Segunda-Feira)	01/04/2019 (Segunda-Feira)
11	11/04/2019 (Quinta-Feira)	10/04/2019 (Quarta-Feira)
12	15/05/2019 (Quarta-Feira)	23/05/2019 (Quinta-Feira)

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resíduos foram coletados nos dois locais por volta das 14h durante todos os dias de análise. Os resíduos coletados representam 24h de geração, transcorridas entre às 14h do dia anterior à coleta e às 14h do dia coletado. No C1, devido à coleta interna ser realizada diariamente nesse horário, não foram necessárias organizações prévias. Já no condomínio 2, como os resíduos são coletados apenas em segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras da lixeira do local, foi necessário realizar, às 14h da data anterior a cada data de análise, a identificação dos materiais depositados na lixeira antes desse período.

As segundas-feiras são exceções, pois, como não é realizada coleta aos domingos no C1, as coletas realizadas nas segundas-feiras representam o acumulado de 48h de geração, ou seja, do sábado até segunda. Desse modo, tanto no C1 como no C2, as análises executadas nas segundas-feiras consideraram resíduos de 48h de geração. Por esse motivo, para o cálculo da geração per capita diária, foram desconsideradas as coletas realizadas nas segundas-feiras nos dois locais. Porém, para as análises qualitativas, as coletas das segundas-feiras foram consideradas.

Para garantir a proteção da equipe de trabalho, durante a execução dessa etapa do estudo utilizou-se equipamentos de proteção individual.

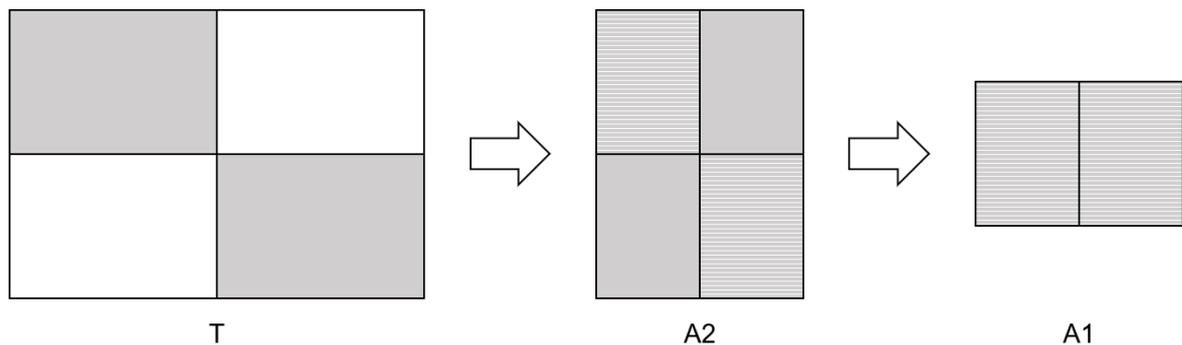
### **3.4.1 Amostragem**

Inicialmente, com os resíduos sólidos ainda nos seus respectivos recipientes de acondicionamento temporários, realizou-se o seu quarteamento conforme a NBR 10.007/2004 (ABNT, 2004b). Utilizou-se para o procedimento pilhas planas e alongadas e retirou-se do quarteamento os resíduos que, devido às suas dimensões volumétricas, poderiam causar diferenças significativas entre as amostras (SAHIMAA et al., 2015). Esses resíduos retirados inicialmente foram analisados após o término das observações da parcela que foi quarteada. Ainda, essa fração de resíduos que foi desconsiderada nas observações entre amostras, foi levada em consideração nas demais análises do estudo (segregação, composição, geração e densidade aparente da totalidade dos resíduos).

Pelo quarteamento obteve-se, inicialmente, uma amostra representando aproximadamente 25% do volume total de resíduos (A1), na qual foi realizado todo o procedimento de análise quali-quantitativa descrito a seguir. Posteriormente, realizou-se a análise com os 25% restantes do primeiro quarteamento, realizando-se, assim, a

análise de aproximadamente 50% do volume total dos resíduos (A2). Por fim, realizou-se a análise dos 50% dos resíduos remanescentes, resultando na análise da totalidade dos resíduos gerados (T). A Figura 4, apresentada a seguir, ilustra o procedimento de quarteamento utilizado.

Figura 4 – Procedimento de quarteamento dos resíduos sólidos e obtenção das amostras A1, A2 e T



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.4.2 Segregação

A segregação de resíduos pelos geradores envolve múltiplas possibilidades, tornando sua análise complexa e subjetiva. Desse modo, neste estudo, considerou-se a categoria dos resíduos recicláveis como principal indicador de sua ocorrência. Uma boa segregação foi condicionada à ausência de mistura dessa categoria, com resíduos compostáveis ou rejeitos.

A segregação dos resíduos sólidos foi analisada através da abertura de todos os recipientes de acondicionamento de resíduos, tendo sido classificada em uma escala de três graus de segregação:

- Grau 1 – Neste nível, foram classificados os recipientes contendo resíduos caracterizados por uma grande mistura dos materiais, não apresentando evidências de realização de alguma forma de segregação pelos geradores;
- Grau 2 – Neste nível, foram classificados os recipientes que apresentaram indícios da realização de alguma forma de segregação, mas que continham itens pontuais em desacordo com a forma de separação;

- Grau 3 – Neste nível, foram classificados os recipientes contendo resíduos que que apresentaram características de terem sido descartados com segregação total.

O percentual de embalagens de cada nível de segregação foi calculado pela Equação 5, adaptada de Guérin et al. (2018).

$$\text{Porcentagem segregação (\%)} = \frac{\text{embalagens do nível (unidades)}}{\text{total de embalagens (unidades)}} \times 100 \quad (5)$$

### 3.4.3 Composição gravimétrica

Após analisada a segregação das embalagens, realizou-se a separação dos resíduos em 17 categorias, organizadas em três níveis, conforme apresentado no Quadro 3. As nomenclaturas utilizadas foram adaptadas principalmente de Edjabou et al. (2015) e Moura, Pinheiro e Carmo (2018). Tomou-se o cuidado de evitar possíveis nomes que causassem dúvidas (EDJABOU et al., 2015). Ainda, as classes criadas visam abranger todas as tipologias características encontradas nos resíduos sólidos domiciliares já verificadas na literatura e observadas em estudo prévio.

A quantificação da massa de cada categoria gerada foi realizada com a utilização de uma balança digital portátil com gancho da marca Tomate, conforme a *American Society for Testing and Materials* (1992), com precisão superior a 45 g. Ainda, o percentual de massa de cada categoria foi calculado usando a Equação 6 (GUÉRIN et al., 2018).

$$\text{Porcentagem de massa (\%)} = \frac{\text{massa da categoria (kg)}}{\text{massa total da amostra (kg)}} \times 100 \quad (6)$$

### 3.4.4 Densidade aparente

O volume dos resíduos de cada categoria segregada foi medido com o uso de três baldes, com capacidades de 50 L, 20 L e 10 L. Calculou-se, então, a densidade aparente dos resíduos sólidos por meio da Equação 7 (SHA'ATO et al., 2007).

$$\text{Densidade aparente (kg m}^{-3}\text{)} = \frac{\text{massa da categoria (kg)}}{\text{volume do recipiente (m}^3\text{)}} \quad (7)$$

Quadro 3 – Categorias dos resíduos sólidos utilizadas nas análises quali-qualitativas dos resíduos no C1 e C2

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Materiais classificados na categoria
Compostáveis	Restos de alimentos e jardim	Restos de alimentos	Restos de comida, frutas, verduras.
		Resíduos de jardim	Gramas, folhas, flores.
Recicláveis	Papéis	Tetra pack	Caixas de leite e de suco.
		Papelão	Caixas, embalagens de alimentos.
		Outros papéis	Folhas, cadernos, revistas.
	Vidros	Vidros	Garrafas de bebida, embalagens de alimentos.
	Metais	Alumínio	Latas de bebida.
		Outros metais	Latas de alimentos.
	Plásticos	PET	Garrafas de bebida e embalagens.
		Embalagens rígidas	Potes e embalagens.
		Outros plásticos	Sacolas, embalagens de alimentos.
	Isopores	Isopores	Embalagens de alimentos.
Especiais	Especiais	Lâmpadas	Lâmpadas.
		Pilhas	Pilhas e baterias.
		Eletroeletrônicos	Cabos, CD's, celulares.
		Remédios e outros resíduos do serviço de saúde	Remédios, seringas.
Rejeitos	Rejeitos	Resíduos Sanitários	Papel higiênico, fraldas, absorventes.
		Outros	Resíduos não classificados nas demais categorias, têxteis, roupas, calçados, resíduos mistos, terra, concreto, madeiras, areias higiênicas e dejetos de animais.

Fonte: Adaptado (EDJABOU et al., 2015; MOURA; PINHEIRO; CARMO, 2018).

### 3.4.5 Geração per capita

A geração domiciliar e a geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares em cada condomínio foi calculada conforme a Equação 8 e a Equação 9, adaptadas de Miezah et al. (2015).

$$\text{Geração (kg dom}^{-1}\text{dia}^{-1}) = \frac{\text{Massa total diária de resíduos gerada (kg)}}{\text{número de domicílios habitados}} \quad (8)$$

$$\text{Geração (kg hab}^{-1}\text{dia}^{-1}) = \frac{\text{Massa total diária de resíduos gerada (kg)}}{\text{número de habitantes estimados}} \quad (9)$$

## 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Para a análise estatística dos resultados, foi utilizado o software R, uma ferramenta livre para computação estatística e gráficos (R CORE TEAM, 2019).

Foram utilizados, neste estudo, apenas testes não paramétricos, pois, segundo Ferreira (2018), em experimentos com o número de amostras muito menor que 20, não se pode utilizar a análise da variância, devido às suas limitações.

Aplicou-se o teste estatístico de Wilcoxon-Mann-Whitney (MORETTIN, BUSSAB, 2017; MOURA, PINHEIRO, CARMO, 2018) para verificar se existe ou não diferença entre: o percentual de segregação dos resíduos de cada nível (I, II e III) do C1 e o percentual respectivo do C2; o percentual de massa de resíduos de cada categoria gerada no C1 e o percentual gerado no C2; a geração *per capita* diária do C1 e a geração *per capita* do C2; a geração domiciliar diária no C1 e a geração domiciliar diária no C2; a densidade aparente dos resíduos no C1 e a densidade aparente dos resíduos no C2; e o percentual de cada categoria de resíduos de A1 e A2 e a fração da mesma categoria de T. O teste estatístico de Wilcoxon-Mann-Whitney, a fim de simplificação, será chamado neste estudo de TMMW.

Ainda, verificou-se, neste estudo, a força da relação entre as amostras (A1 e A2) e o total dos resíduos gerados (T), através do coeficiente de correlação de postos de Spearman ( $r_s$ ). Após verificado correlação entre as variáveis, calculou-se a equação da reta que melhor se ajusta ao modelo e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (LARSON; FARBER, 2008). O coeficiente de determinação varia em uma escala de 0

a 1: coeficientes iguais a 1 ou próximos a 1 sugerem que o modelo pode produzir resultados confiáveis (ABDULREDHA et al., 2018).

### 3.6 ELABORAÇÃO DE MEDIDAS PARA ADEQUAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

As medidas para a adequação do gerenciamento de resíduos sólidos dos condomínios foram projetadas em observância das diretrizes da PNRS e de critérios técnicos. A elaboração ocorreu por meio da utilização dos dados de composição quali-quantitativa dos resíduos sólidos e da caracterização da população de cada local.

Visando à apresentação de propostas que abrangessem tanto o cenário ideal quanto cenários de maior facilidade de aplicação prática, foram desenvolvidas três propostas. As propostas abrangeram a segregação, o acondicionamento dos resíduos, a coleta, o tratamento, a destinação e a educação ambiental.

O volume necessário para os recipientes domiciliares de acondicionamento e os locais de acondicionamento temporários dos resíduos sólidos foram respectivamente calculados com as Equações 10 e 11.

$$V_{\text{domiciliar}} = \frac{G \times P \times T \times 1000}{D} \quad (10)$$

Sendo:  $V_{\text{domiciliar}}$  – volume necessário para acondicionamento domiciliar (L residência<sup>-1</sup>);  $G$  – geração média domiciliar (kg residência<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>);  $P$  – percentual médio de geração da categoria de resíduos (%);  $T$  – tempo máximo de armazenamento (dia);  $D$  – densidade aparente média dos resíduos da categoria (kg m<sup>-3</sup>).

$$V = \frac{G \times P \times NH \times T \times 1000}{D} \quad (11)$$

Sendo:  $V$  – volume necessário para acondicionamento temporário (L);  $G$  – geração média domiciliar (kg residência<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>);  $P$  – percentual médio de geração da categoria de resíduos (%);  $NH$  – número de habitações do local (residência);  $T$  – tempo máximo de armazenamento (dia);  $D$  – densidade aparente média dos resíduos da categoria (kg m<sup>-3</sup>).

Selecionou-se a técnica da vermicompostagem precedida de compostagem para utilização como tratamento dos resíduos sólidos compostáveis. Porém, considerando que, inicialmente, a adesão por parte dos moradores não será total e que, para o manejo adequado da vermicompostagem alguns alimentos não devem ser utilizados, o sistema de tratamento foi dimensionado para receber 30% dos

resíduos compostáveis de cada local. A proposta de canteiro para realização da vermicompostagem foi elaborada conforme Alves (1998), em alvenaria, com 1 m de largura, 0,4 m de altura e o comprimento foi determinado pelas Equações 12 e 13. O tempo de 90 dias foi utilizado como tempo necessário para a maturação do composto (RICCI, 1996).

$$V_v = \frac{G \times P \times NH \times 0,3 \times T_{\text{maturação}}}{D} \quad (12)$$

Sendo:  $V_v$  – volume da vermicomposteira ( $\text{m}^3$ );  $G$  – geração média domiciliar ( $\text{kg residência}^{-1} \text{dia}^{-1}$ );  $P$  – percentual médio de geração da categoria de resíduos (%);  $NH$  – número de habitações do local (residência);  $T_{\text{maturação}}$  – tempo para maturação do composto da vermicomposteira (dia);  $D$  – densidade aparente média dos resíduos da categoria ( $\text{kg m}^{-3}$ ).

$$C = \frac{V_v}{L \times A} \quad (13)$$

Sendo:  $C$  – comprimento da vermicomposteira (m);  $L$  – largura da vermicomposteira (m);  $A$  – altura da vermicomposteira (m).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

#### 4.1.1 Condomínio 1

O condomínio possui áreas de uso comum, que são: dois salões de festa; uma área de lazer para crianças; uma quadra de esportes; uma academia; uma piscina, uma sala de reuniões; um vestiário para os funcionários e uma portaria. Além das lixeiras nos salões de festa e demais ambientes fechados de uso comum, são encontradas, distribuídas nas áreas de circulação, oito lixeiras plásticas coloridas, com volume aproximado de 0,05 m<sup>3</sup>. Essas lixeiras, apesar de possuírem coloração diferenciada, não apresentam identificação da tipologia dos resíduos a serem depositados (Figura 5).

Figura 5 – Lixeiras localizadas nas áreas externas do Condomínio 1, sem identificação da tipologia de resíduos a serem depositados



Fonte: Arquivo pessoal.

Uma área de cerca de 3.500 m<sup>2</sup> é coberta por gramíneas, compreendendo jardins de uso comum do condomínio e quintais privativos das residências. Verificou-se a presença de algumas plantas de médio porte nas dependências do condomínio, além de plantas ornamentais de pequeno porte.

Os resíduos sólidos gerados no condomínio são acondicionados temporariamente nos domicílios, sendo depositados em frente às residências em

recipientes de acondicionamento não padronizados. A coleta ocorre diariamente de segunda-feira à sábado, por volta das 14h, por um funcionário do local, o qual utiliza uma carroceria de 1,2 m<sup>3</sup> de volume conectada a uma motocicleta (Figura 6).

Constatou-se que essa forma de coleta dos resíduos causa poluição visual no condomínio, pois, dependendo do horário que os resíduos são depositados pelos moradores, eles permanecem por longo tempo em frente às residências.

Figura 6 – Equipamento para coleta interna dos resíduos sólidos do Condomínio 1



Fonte: Arquivo pessoal.

Após recolhidos, os resíduos, que já foram embalados pelos moradores, são alocados pelo funcionário responsável em sacos plásticos de maior volume para facilitar a coleta municipal. Verificou-se que, nesse momento, uma pessoa que reside próximo ao condomínio retira, com a ajuda do funcionário, uma pequena quantidade de materiais recicláveis da massa de resíduos. Os resíduos são retirados de modo grosseiro, sem abertura dos recipientes. Geralmente, os materiais retirados são os mais volumosos, como caixas de papelão, ou ainda aqueles que aparecem eventualmente nas aberturas dos sacos.

Após ensacados, os resíduos são depositados em três lixeiras metálicas, com volume unitário de aproximadamente 1,4 m<sup>3</sup>, localizadas na área externa do condomínio (Figura 7). Essas lixeiras permanecem trancadas até o momento da coleta municipal, que ocorre nas segundas-feiras, nas quartas-feiras e nas sextas-feiras, por volta das 8h.

Figura 7 – Lixeira metálica localizada na área externa do Condomínio 1 utilizada para acondicionamento temporário dos resíduos



Fonte: Arquivo pessoal.

O Condomínio 1 conta com uma área denominada *Central dos resíduos*. É uma área de cerca de 30 m<sup>2</sup>, com pavimento impermeável e três compartimentos para armazenamento de resíduos (Figura 8). Esses compartimentos são construídos em alvenaria e cobertos por telhas de fibrocimento. O volume aproximado que pode ser armazenado em cada compartimento é 3 m<sup>3</sup>. Atualmente, esses locais funcionam como depósitos para materiais de manutenção, visto que não são utilizados para o acondicionamento de resíduos. Ademais, o condomínio possui um contêiner plástico de 1 m<sup>3</sup> de volume que, no momento, também não é utilizado.

Figura 8 – Compartimentos para armazenamento de resíduos sólidos no Condomínio 1



Fonte: Arquivo pessoal.

#### 4.1.2 Condomínio 2

O condomínio 2 também possui áreas de uso comum, que são: um salão de festas; uma área de lazer para crianças; um bicicletário e uma portaria. Observou-se que as únicas lixeiras nas áreas de uso comum do condomínio são as localizadas no salão de festas.

Verificou-se que não há árvores de grande porte no condomínio, apenas algumas plantas ornamentais de pequeno porte. Ademais, o local conta com uma pequena horta construída de forma simples pelos moradores. Ainda, o condomínio possui uma área coberta por gramíneas no entorno dos blocos de apartamentos, com cerca de 900 m<sup>2</sup>.

Quanto aos resíduos sólidos, eles são temporariamente acondicionados nos domicílios e, posteriormente, depositados pelos próprios moradores em uma lixeira comum a todos os condôminos (Figura 9). A lixeira localiza-se perto da entrada do condomínio, é construída em alvenaria e coberta com telhas de fibrocimento. Ela possui duas janelas metálicas na parte interna do condomínio para o depósito dos resíduos e uma na parte externa, por onde os resíduos são retirados pela coleta municipal. A lixeira possui capacidade de abrigar cerca de 6,3 m<sup>3</sup> de resíduos. Sua porta externa permanece trancada até o momento da coleta municipal no local, que ocorre nas segundas-feiras, nas quartas-feiras e nas sextas-feiras geralmente entre 8h e 12h.

Figura 9 – Lixeira para acondicionamento temporário dos resíduos sólidos do Condomínio 2



Fonte: Arquivo pessoal.

Ainda a respeito dos resíduos sólidos no local, foram verificadas algumas não conformidades no descarte dos resíduos na lixeira por parte dos moradores (Figura 10). Grande quantidade dos materiais é depositada solta no local; ademais, muitos dos recipientes de acondicionamento temporário dos resíduos são depositados abertos. Essas ações acabam dificultando o recolhimento da totalidade dos resíduos pela coleta municipal, e o acúmulo de resíduos por vários dias no fundo da lixeira acaba gerando a proliferação de alguns vetores.

Figura 10 – Vista interna da lixeira do Condomínio 2 com resíduos dispostos sem saco plástico



Fonte: Arquivo pessoal.

Constatou-se, pela infraestrutura observada no local, que para a adequação do gerenciamento de resíduos sólidos são necessárias apenas pequenas alterações. Ademais, sabendo que esse complexo residencial é parte de um programa do governo brasileiro, verificou-se que grandes ganhos poderiam ser conseguidos caso houvesse o alinhamento entre políticas ambientais e habitacionais. Para o correto gerenciamento de resíduos sólidos, por exemplo, a infraestrutura poderia ser prevista já no momento da construção da edificação, e sua implementação deveria ser uma obrigação para essas modalidades de habitação.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO

Com uma variância populacional estimada de 0,727 no C1 e 0,926 no C2, os tamanhos das amostras necessárias para estimar a população dos condomínios 1 e 2, com 90% de confiança e um desvio padrão de 10 habitantes, são, respectivamente, 65 e 78 residências.

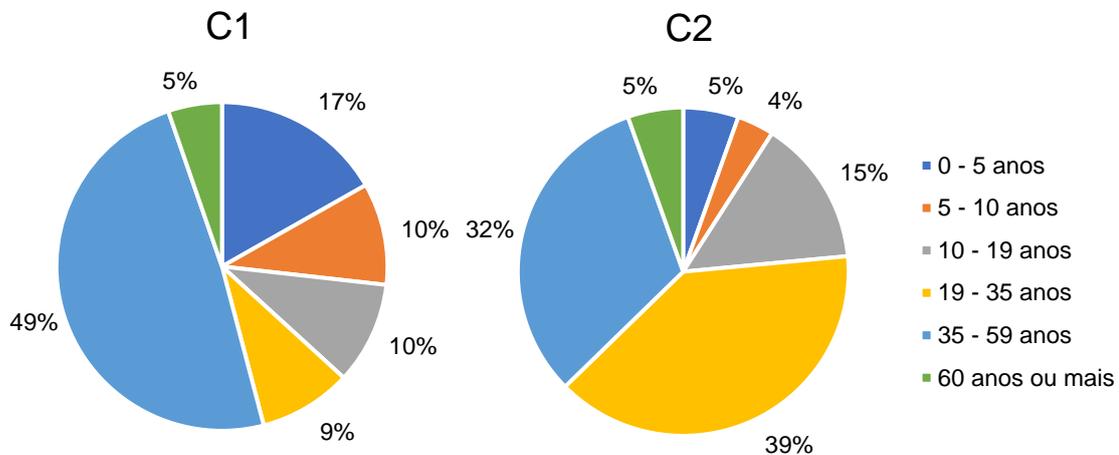
A média amostral de pessoas por residência nos condomínios 1 e 2 foi, respectivamente, 3,215 e 2,128, o que resultou em uma população total estimada de 316 habitantes no C1 e 228 habitantes no C2.

O questionamento a respeito do número de habitantes residentes no domicílio e suas respectivas faixas etárias obteve uma taxa de resposta de 100% dos entrevistados nos dois condomínios. Sendo assim, no presente trabalho, foram aplicados 65 questionários no Condomínio 1 e 78 questionários no Condomínio 2.

No C1, a maior parte da população está na faixa etária de 35 a 59 anos, cerca de 49% do total, seguida pela faixa de 0 a 5 anos, que representa 17% (Figura 11). Analisando as faixas etárias predominantes no condomínio 1 e através do contato realizado com a população durante a aplicação dos questionários, conclui-se que o perfil mais comum nos domicílios desse condomínio é um agregado familiar composto por um casal e filhos.

A faixa etária que representa o maior percentual de habitantes no C2 é de 19 a 35 anos, 39% dos habitantes, seguida pela faixa de 35 a 59 anos, que representa 32% dos habitantes. Pela análise dos resultados apresentados na Figura 11 e pelo contato com os habitantes durante as entrevistas, observa-se um perfil misto entre os domicílios do condomínio. Uma parcela dos domicílios é habitada por agregados familiares com composições diversas. Outra parte significativa dos domicílios é habitada por pessoas sem vínculo familiar que compartilham temporariamente a mesma residência, em sua maioria por estarem cursando curso superior no município. Fundamenta-se essa conclusão no grande número de residentes na faixa de 19 a 35 anos e de chefes de família com ensino médio completo como grau máximo de instrução, ainda, devido ao fato de o condomínio localizar-se perto de uma universidade.

Figura 11 – Resultados percentuais do questionamento do número de habitantes por faixa etária do Condomínio 1 e do Condomínio 2



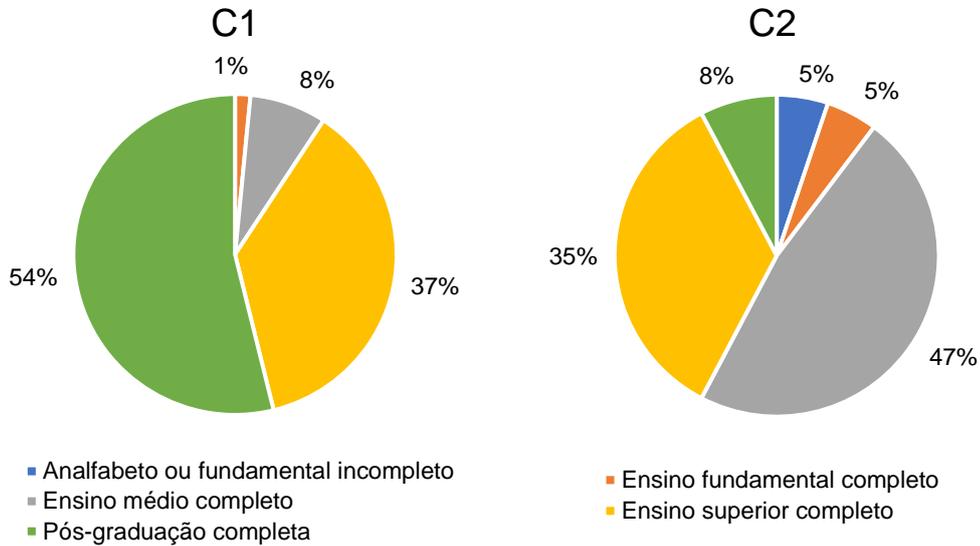
Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando chefe da família a pessoa que contribui com a maior parcela da renda, a pergunta sobre o grau de instrução do chefe da família obteve uma taxa de resposta de 100% dos entrevistados nos dois condomínios. Ainda, nos locais em que duas ou mais pessoas contribuem com a mesma parcela na renda, o grau de instrução considerado foi o de quem tinha maior grau.

No C1, o maior percentual de chefes de famílias possui pós-graduação completa (54%). Observa-se que o C1 se caracteriza por apresentar um elevado grau de instrução dos chefes das famílias, tendo em vista que 91% dos chefes de família apresentam pós-graduação completa ou ensino superior completo como grau máximo de instrução (Figura 12). O C2 apresenta o maior percentual de chefes de família com ensino médio completo como grau máximo de instrução (47%), seguido pela faixa daqueles com ensino superior completo (35%) (Figura 12).

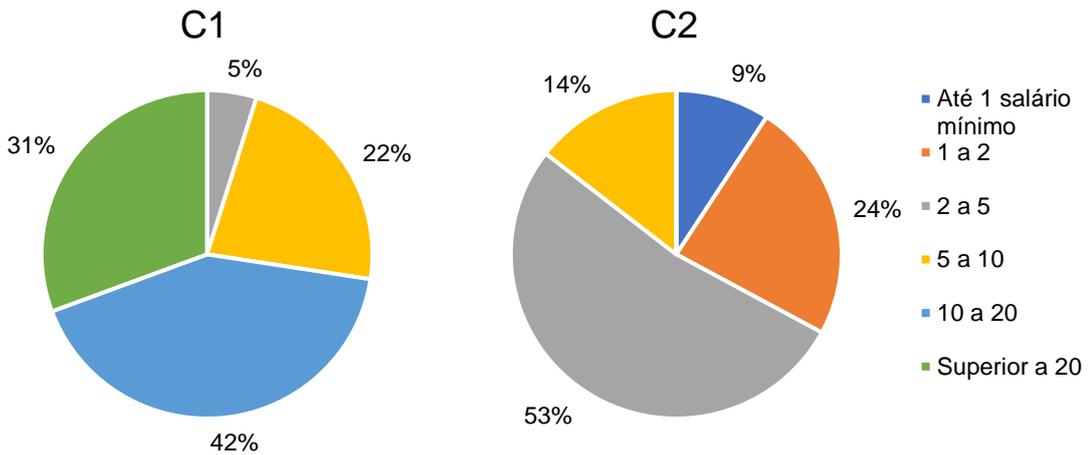
Quanto ao valor da renda média mensal familiar no C1 e no C2, obteve-se, respectivamente, uma taxa de resposta pelos entrevistados de 95,4% e 97,4%. Observa-se que no C1 73% dos domicílios possuem renda média mensal de mais de 10 salários mínimos, sendo que destes, 31% é superior a 20 salários mínimos (Figura 13). No município de Santa Maria, cerca de 13% dos domicílios possuem rendimento médio mensal de mais de 10 salários mínimos, semelhante ao rendimento predominante no C1 (IBGE, 2010).

Figura 12 – Resultados percentuais do questionamento do grau máximo de instrução do chefe da família no Condomínio 1 e Condomínio 2



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 13 – Resultados percentuais do questionamento da renda média mensal familiar em salários mínimos no Condomínio 1 e no Condomínio 2



Fonte: Elaborado pela autora.

O C2, em termos de renda, possui características muito diferentes quando comparado com o C1. Nesse local, 100% dos domicílios declararam ter renda igual ou inferior a 10 salários mínimos. O maior percentual de domicílios (53%) tem renda na faixa de mais de 2 salários mínimos e, no máximo, 5 salários mínimos. Em seguida,

há a faixa de mais de 1 salário mínimo e no máximo 2 salários mínimos, o que representa a renda média mensal de 24% das residências (Figura 13). Segundo IBGE (2010) aproximadamente 56% dos domicílios no município de Santa Maria possuem características de renda mensal similar ao C2, mais de 1 salário mínimo e, no máximo, 5 salários mínimos.

Verificou-se, ainda, que, o único questionamento que não obteve 100% de respostas foi o que interrogava a respeito da renda média familiar. Entretanto, devido à taxa satisfatória de respostas, não foi necessário utilizar a metodologia auxiliar para caracterização da população.

Analisando os resultados de grau máximo de instrução do chefe da família e do rendimento médio mensal familiar dos dois condomínios (Figura 12 e Figura 13), constata-se uma tendência de relação positiva entre o grau de instrução do chefe da família e a renda mensal domiciliar. Esse resultado concorda com Araujo et al. (2017) e com Vieira e Matheus (2018), que observaram, em seus estudos desenvolvidos no Brasil, a existência de correlação positiva entre renda e educação.

Apresenta-se, na Tabela 5, outras características das residências das áreas de estudos obtidas com aplicação dos questionários. Verifica-se a presença de animais de estimação nos dois locais, mas o C1 se destaca por apresentar a presença de animais em 52,3% das residências. Ainda, o C1 possui uma média de 0,8 animal por residência, enquanto o C2 possui uma média de 0,4 animal por residência. A maior parte dos animais residentes nos condomínios são cachorros e gatos; entretanto, embora que em menor quantidade, verificou-se a presença de outras espécies de animais de pequeno porte nos dois locais.

A respeito da presença de funcionários, constatou-se que a totalidade de domicílios do C2 não possui empregados e, conseqüentemente, em 100% das residências, os moradores são os únicos responsáveis pela manipulação dos resíduos sólidos. A realidade do C1 é bem diferente: 60% das residências possuem empregado mensalista ou diarista, ocorrendo que, em 43,1% dos domicílios, a manipulação dos resíduos é realizada tanto pelos moradores quanto pelos empregados (Tabela 5).

Ao serem perguntados sobre já terem refletido acerca dos benefícios da segregação dos resíduos, a grande maioria dos entrevistados responderam positivamente. Todos os entrevistados do C1 e 98,7% dos entrevistados do C2 se mostraram dispostos a segregar os resíduos em suas casas em caso de o condomínio aderir uma forma de coleta seletiva para destinação correta dos materiais. Ainda

quanto ao comportamento domiciliar em relação aos resíduos sólidos, a grande maioria dos moradores dos dois condomínios declararam realizar alguma forma de segregação dos resíduos sólidos (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados dos demais questionamentos do questionário socioeconômico aplicados no Condomínio 1 e Condomínio 2

		<b>C1</b>	<b>C2</b>
		<b>(% de residências)</b>	<b>(% de residências)</b>
Possui animais de estimação.	Sim	52,3	29,5
	Não	47,7	70,5
Possui empregado mensalista ou diarista.	Sim	60,0	100,0
	Não	40,0	0,0
Quem realiza manipulação dos resíduos sólidos dentro do seu domicílio com maior frequência?	Morador	52,3	100,0
	Empregado	4,6	0,0
	Ambos	43,1	0,0
Você realiza alguma forma de separação do seu resíduo?	Sim	78,5	76,9
	Não	21,5	23,1
Você já pensou sobre os benefícios da segregação dos resíduos sólidos nos domicílios?	Sim	95,4	89,7
	Não	4,6	10,3
Você estaria disposto a separar os resíduos em sua casa, caso eles fossem destinados corretamente?	Sim	100,0	98,7
	Não	0,0	1,3

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.3 ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

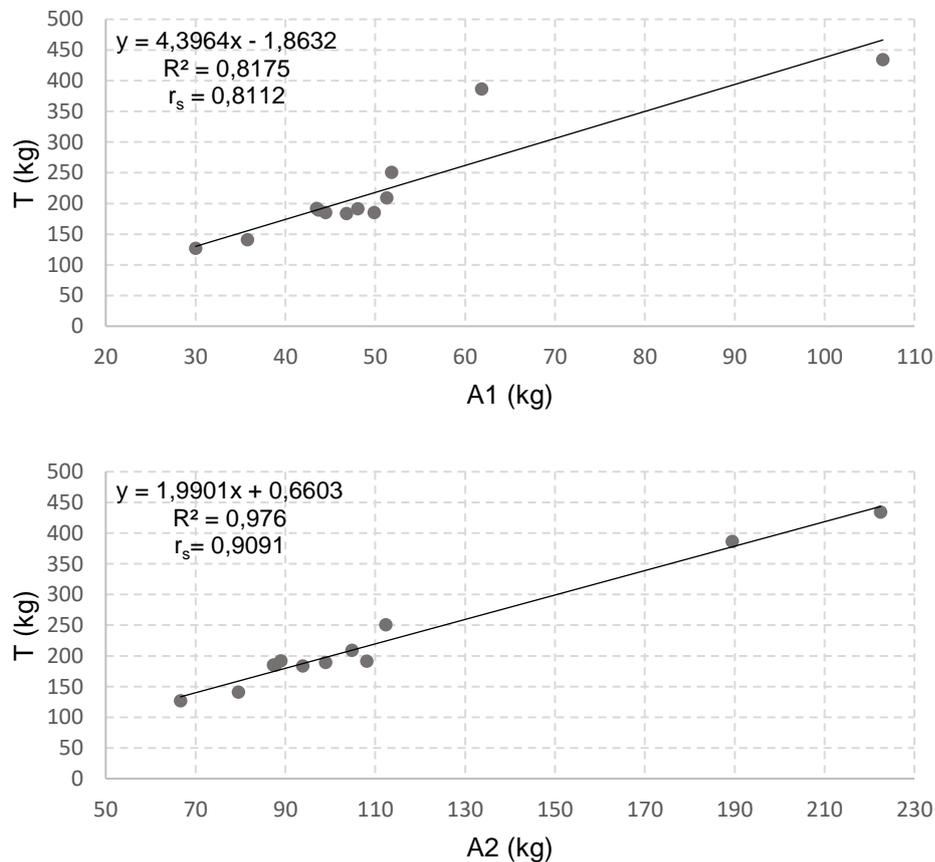
##### 4.3.1 Amostragem

As informações obtidas de uma análise quali-quantitativa de resíduos sólidos são de grande importância para o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos de um local, mas sua execução é laboriosa. Por esse motivo e também por não existir uma metodologia de amostragem para estudos quali-quantitativos consolidada, a presente análise pretende verificar a possibilidade de utilização de amostras de resíduos sólidos. Desse modo, foram testadas amostras representando 25% (A1) e

50% (A2) do volume dos resíduos quarteados em relação à totalidade dos resíduos quarteados (T).

Analisando-se os resultados dos coeficientes de correlação de Spearman apresentados na Figura 14, a um nível de significância de 5%, verifica-se, segundo Larson e Farber (2008), que há uma correlação significativa tanto entre A1 e T quanto entre A2 e T. Também, pela análise dos coeficientes de determinação verifica-se que os dados de A2 permitem um modelo com um melhor ajuste do que os dados de A1.

Figura 14 – Resultados do coeficiente de correlação de Spearman, equação da linha que melhor se ajusta ao modelo e coeficiente de determinação para análise da relação entre A1 e T e A2 e T no condomínio 1

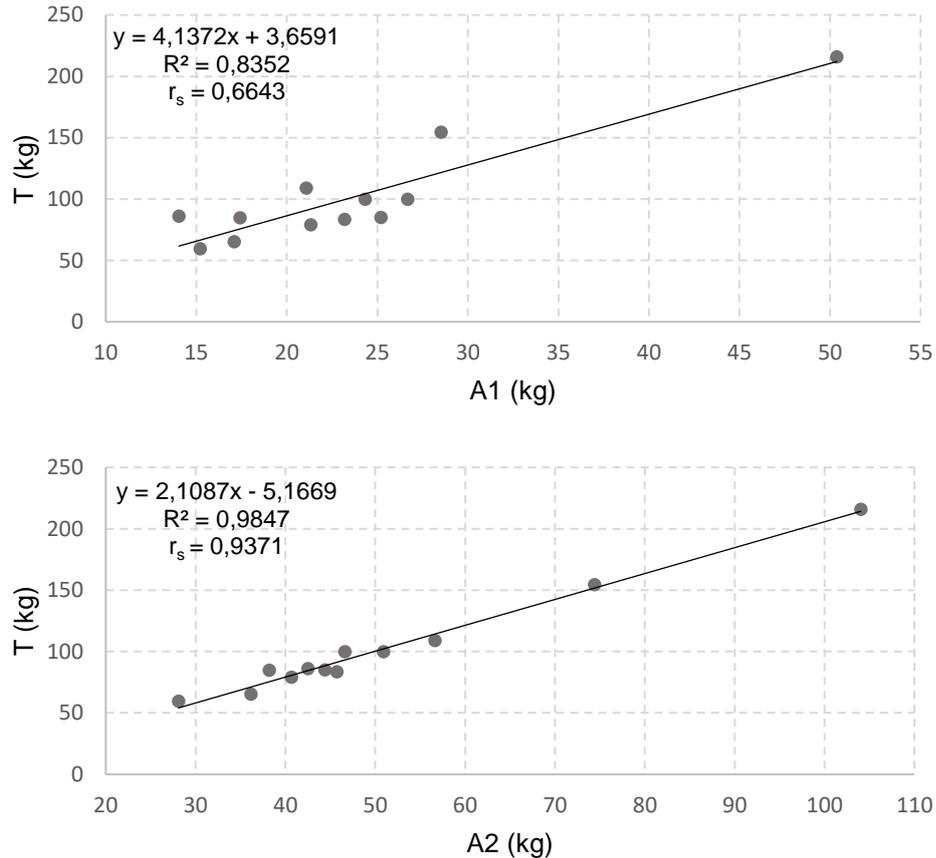


Fonte: Elaborado pela autora.

Para o condomínio 2, analisando-se os resultados dos coeficientes de correlação de Spearman, apresentados na Figura 15, a um nível de significância de 5%, verifica-se, segundo Larson e Farber (2008), que há uma correlação significativa tanto entre A1 e T quanto entre A2 e T. Também, pela análise dos coeficientes de

determinação verifica-se que os dados de A2 permitem um modelo com um melhor ajuste do que os dados de A1.

Figura 15 – Resultados do coeficiente de correlação de Spearman, equação da linha que melhor se ajusta ao modelo e coeficiente de determinação para análise da relação entre A1 e T e A2 e T no condomínio 2

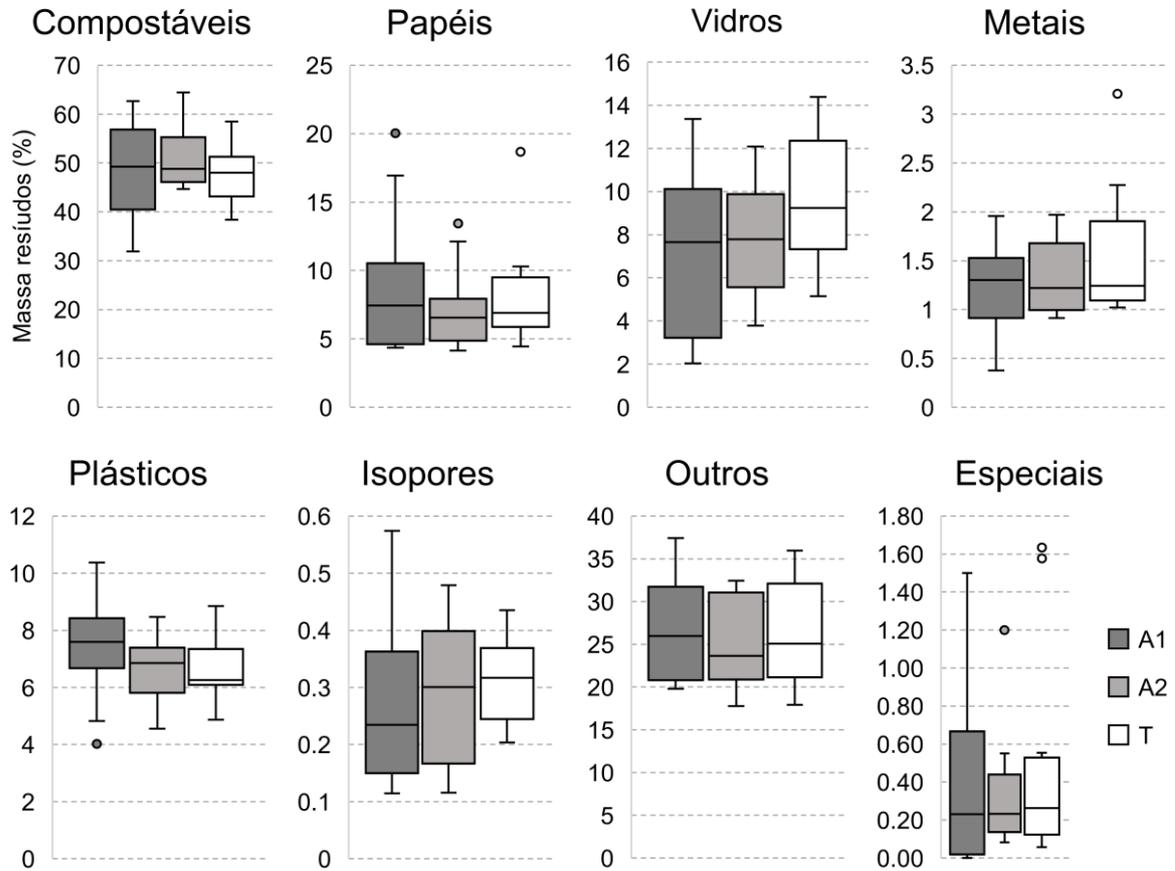


Fonte: Elaborado pela autora.

Observando-se os coeficientes de determinação calculados para os modelos de Abdulredha et al. (2018) e Kern et al. (2015), respectivamente 0,799 e 0,784, verifica-se que os modelos propostos por este estudo, com exceção do modelo proposto a partir de A1 no condomínio 2, apresentam valores de coeficientes superiores.

A Figura 16 apresenta as séries de dados da composição percentual dos resíduos sólidos do C1 para A1, A2 e T. Observa-se que A1 apresenta uma maior dispersão de dados em relação a A2 e T.

Figura 16 – Resultados dos percentuais de massa de resíduos gerados de cada categoria do Condomínio 1 para A1, A2 e T



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 6 – Resultados da análise descritiva dos percentuais de massa de resíduos gerados de cada categoria do Condomínio 1 para A1, A2 e T e resultados do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney aplicado entre A1 e T e A2 e T

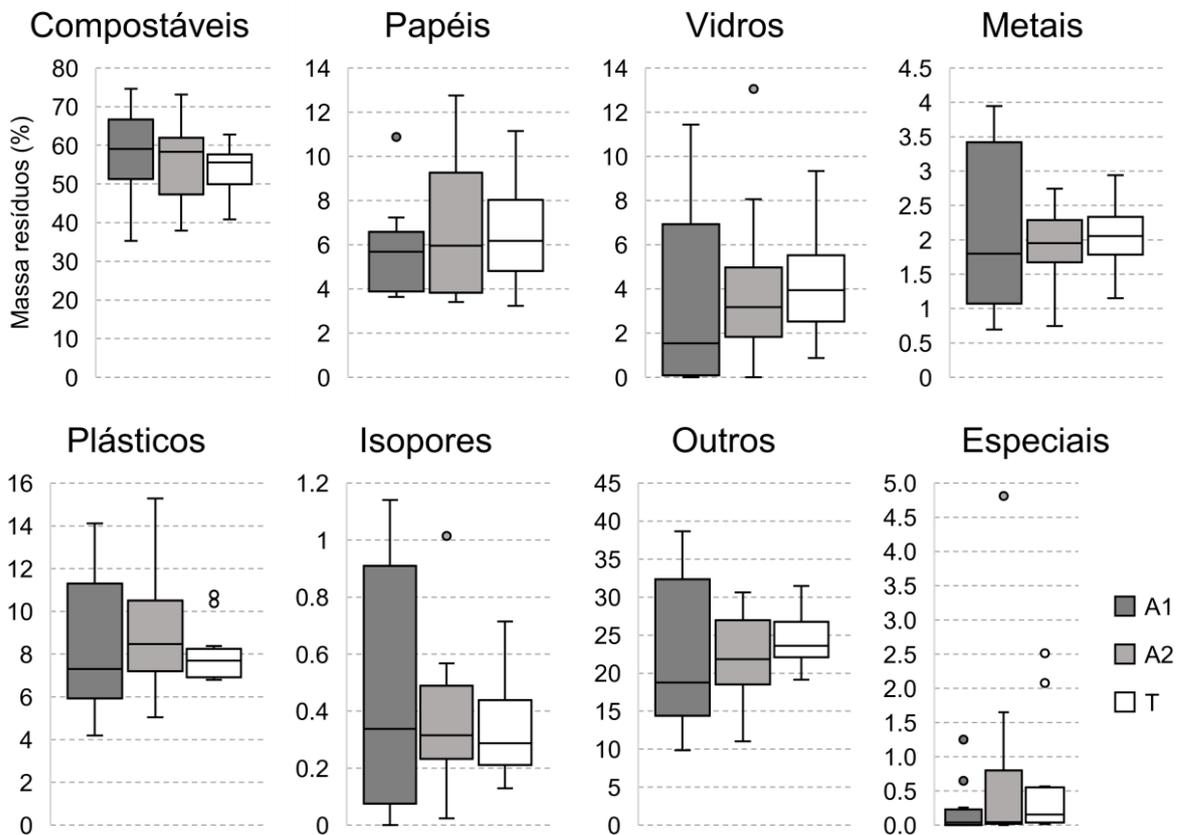
	A1			A2			T	
	Média	Mediana	TWMW p-valor	Média	Mediana	TWMW p-valor	Média	Mediana
Orgânicos	48,20	49,26	0,6297	51,15	48,76	0,2189	47,32	48,02
Papéis	8,67	7,44	1,00	7,18	6,54	0,5899	8,07	6,91
Vidros	7,37	7,66	0,157	7,79	7,80	0,1746	9,63	9,24
Metais	1,22	1,30	0,5252	1,34	1,22	0,5512	1,55	1,25
Plásticos	7,42	7,59	0,1782	6,66	6,86	0,8428	6,71	6,27
Isopores	0,28	0,24	0,3117	0,29	0,30	0,7507	0,31	0,32
Outros	26,46	25,96	0,908	25,24	23,66	0,7125	25,94	25,08
Especiais	0,37	0,23	0,488	0,34	0,24	1	0,46	0,27

Fonte: Elaborado pela autora.

Observando-se os resultados de p-valor apresentados na Tabela 6 e considerando um nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ), constata-se que, para todas as categorias de resíduos do condomínio 1, os valores percentuais de A1 e A2 não diferiram significativamente dos valores de T.

Semelhante ao observado para o C1, a dispersão dos dados no C2 de A1 foi maior do que A2 e T para quase todas as categorias (Figura 17).

Figura 17 – Resultados dos percentuais de massa de resíduos gerados de cada categoria do Condomínio 2 para A1, A2 e T



Fonte: Elaborado pela autora.

Observando-se os resultados do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney aplicado entre os percentuais de massa de cada categoria gerada de A1 e A2 e T, constata-se que, a um nível de significância de 5%, a composição gravimétrica das amostras (A1 e A2) não diferiram significativamente da composição total dos resíduos (T) (Tabela 7).

Assim, conclui-se que tanto para o C1 quanto para o C2 as amostras representando um quarto (A1) e um meio (A2) do volume total de resíduos gerados

não apresentam diferença significativa de composição com o total dos resíduos (T). Desse modo, pode-se utilizar uma amostra dos resíduos para a determinação da composição sem que ocorram diferenças estatisticamente consideráveis nos resultados.

Tabela 7 – Resultados da análise descritiva dos percentuais de massa de resíduos gerados de cada categoria do Condomínio 1 para A1, A2 e T e resultados do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney aplicado entre A1 e T e A2 e T

	A1			A2			T	
	Média	Mediana	TMMW p-valor	Média	Mediana	TMMW p-valor	Média	Mediana
Compostáveis	57,72	59,02	0,2657	55,60	58,32	0,4776	53,83	55,59
Papéis	5,75	5,69	0,6441	6,78	5,97	0,9774	6,47	6,17
Vidros	3,49	1,53	0,2597	3,82	3,18	0,3406	4,32	3,94
Metais	2,08	1,80	0,5443	1,94	1,96	0,4527	2,06	2,06
Plásticos	8,29	7,31	0,7507	8,86	8,48	0,3862	7,98	7,69
Isopores	0,45	0,34	0,8398	0,38	0,32	0,5634	0,33	0,29
Outros	22,03	18,75	0,3474	21,97	21,82	0,4428	24,47	23,61
Especiais	0,20	0,04	0,0815	0,65	0,05	0,2324	0,54	0,16

Fonte: Elaborado pela autora.

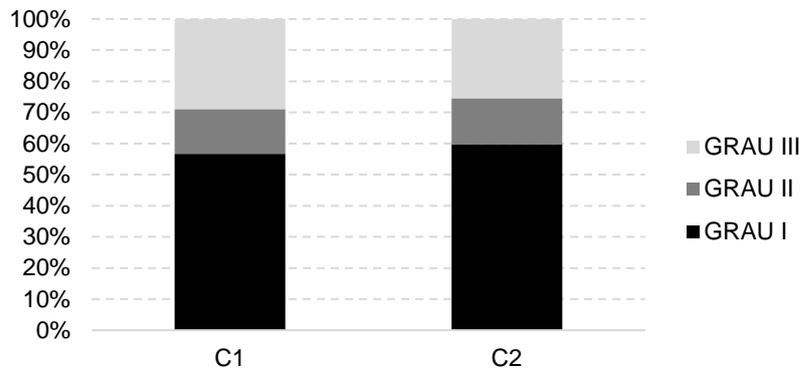
Os resultados das análises de segregação, composição e geração apresentados e discutidos a seguir consideram o total dos resíduos gerados diariamente em cada condomínio, a parcela T mais os resíduos de grande volume, pois a representatividade das amostras era inicialmente desconhecida.

#### 4.3.2 Segregação

Após a análise de 2.965 recipientes de acondicionamento de resíduos no C1 e de 1.560 no C2, gerados em 14 dias, averiguou-se que tanto os recipientes de acondicionamento dos resíduos sólidos do condomínio 1 quanto do condomínio 2 apresentaram características de grande mistura de materiais (Figura 18).

Para os dois locais, o grau I foi a categoria com um maior número de recipientes, em média, 56,73% dos recipientes no C1 e 59,73% dos recipientes no C2. Ramachandra et al. (2018) também verificaram uma baixa taxa de segregação domiciliar dos resíduos e observaram que 78,34% das famílias não segregavam seus resíduos.

Figura 18 – Percentual médio de recipientes de acondicionamento de resíduos classificados no grau I, II e III de segregação no condomínio 1 e condomínio 2



Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando os resultados, constata-se uma discrepância entre os percentuais de recipientes que apresentam evidências de segregação e o percentual de residências que declaram realizar alguma forma de segregação dos resíduos (Figura 18 e Tabela 5). Três hipóteses explicativas do fato são levantadas. A primeira leva em conta a subjetividade da segregação, sendo que a categorização realizada pelos moradores pode não ter sido considerada pelos pesquisadores. Isso devido à presença de materiais considerados incompatíveis com uma forma de separação ou ainda pelo julgamento de ausência de benefícios da junção de determinadas categorias pelos pesquisadores. Ocorrência que pode estar relacionada com a falta de conhecimentos básicos da temática por parte dos moradores.

A segunda hipótese levantada é que, estando frente a frente com os pesquisadores e conhecedores dos benefícios e da facilidade de execução da segregação dos resíduos, os moradores ficaram constrangidos de relatar o real comportamento domiciliar referente aos resíduos sólidos. Assim sendo, o número de domicílios que realizam segregação de resíduos sólidos pode ser inferior ao número levantado via questionário.

A outra suposição é que, a segregação é realizada pelos moradores, porém, os responsáveis pela manipulação e remoção dos resíduos do domicílio acabam acondicionado os resíduos previamente segregados em uma mesma embalagem antes do descarte.

Observa-se, ainda, que o grau III, recipientes com segregação total dos resíduos, é a categoria que aparece em segundo lugar na quantidade de recipientes,

representando, em média, 28,98% e 25,46% dos recipientes no C1 e no C2, respectivamente. Porém, durante o procedimento de análise, verificou-se que grande quantidade dos recipientes classificados no grau III eram resíduos sanitários, gerando dúvida se a segregação desses recipientes ocorre por real intenção dos geradores em realizá-la ou se ocorre involuntariamente, devido à ausência de outras tipologias de resíduos no local de geração desse tipo de resíduo.

Analisando os resultados do valor-p do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney aplicado aos percentuais de segregação de cada nível do C1 e do C2 durante o período analisado, a um nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ), constata-se que não ocorrem diferenças significativas entre os dois condomínios em todos os níveis de segregação (Tabela 8).

Tabela 8 – Resultados da análise descritiva dos dados de segregação dos resíduos e resultados da aplicação do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de segregação dos dois condomínios

	GRAU I		GRAU II		GRAU III	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
<b>Mínimo (%)</b>	36,05	51,24	9,89	9,80	19,91	18,10
<b>Máximo (%)</b>	68,58	67,29	19,69	23,97	48,84	35,05
<b>Desvio Padrão (%)</b>	9,00	5,46	3,24	4,17	7,66	4,96
<b>Mediana (%)</b>	58,91	61,28	13,51	14,03	27,59	24,86
<b>Média (%)</b>	56,73	59,73	14,29	14,81	28,98	25,46
<b>valor-p TWMW</b>	0,5137		0,9774		0,2913	

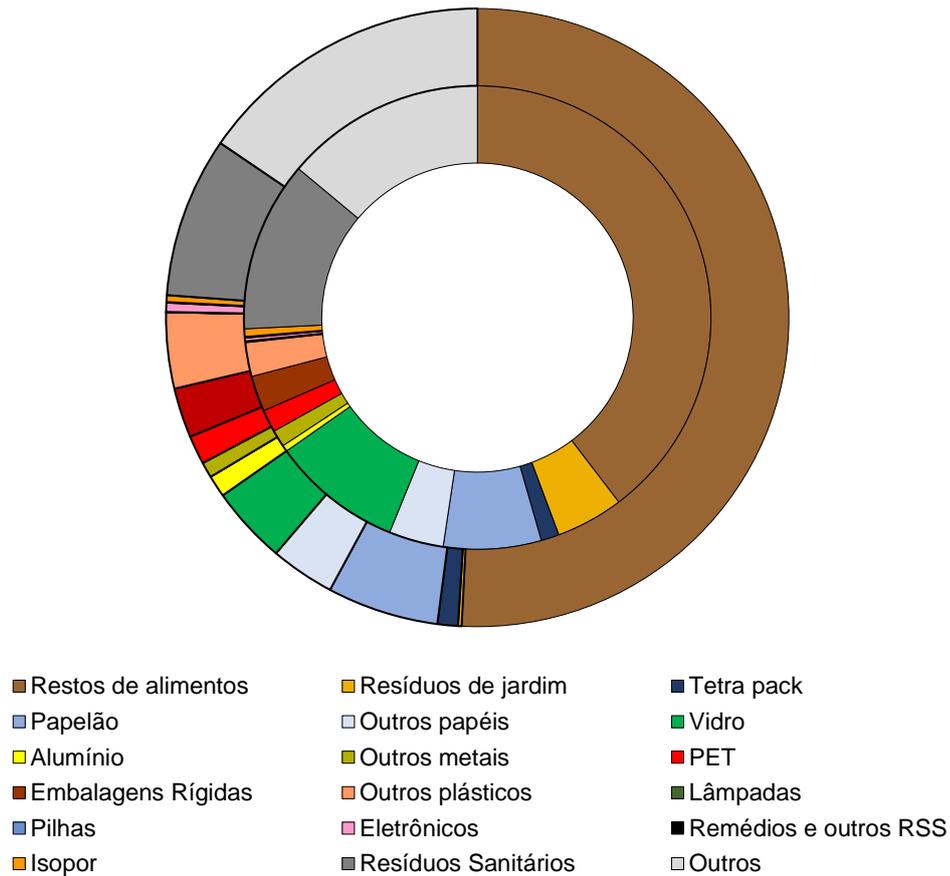
Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.3.3 Composição gravimétrica

Após a segregação de 2.854,88 kg de resíduos sólidos no C1 e 1.290,15 kg no C2, verificou-se que a fração de resíduos predominante nos dois condomínios são os restos de alimentos, que, em média, representam, respectivamente, 40% e 51% dos resíduos gerados no C1 e no C2 (Figura 19 e Tabela 9 no apêndice C). A

predominância dessa categoria também foi constatada por Montejo et al. (2011), Villalba et al. (2020), Xu et al. (2016) e Zorpas et al. (2015).

Figura 19 – Composição percentual média dos resíduos sólidos gerados no Condomínio 1 e no Condomínio 2 segundo nível 3 da análise composicional



Fonte: Elaborado pela autora.

A segunda categoria mais relevante em termos de percentual de massa gerada nos dois condomínios, considerando o nível 3 da análise de composição, foram os outros. Essa categoria caracteriza-se por uma grande diversidade de materiais, mas dentre os elementos observados cita-se a presença recorrente de areias higiênicas e papéis com evidências de contaminação por dejetos de animais. Esse fato é justificado pela presença de animais nos domicílios, como apresentado na Tabela 5.

Analisando os resultados de valor-p do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney aplicado aos dados das categorias do nível 3 dos dois condomínios, verifica-se que, a 5% de significância, as categorias que diferiram significativamente seus percentuais de

geração foram: restos de alimentos, resíduos de jardim, vidro, alumínio, outros metais, outros plásticos, lâmpadas e resíduos sanitários (Tabela 9 no Apêndice C).

O percentual de geração de restos de alimentos é significativamente maior no C2, que possui menor renda mensal familiar, do que no C1 (Tabela 9 no Apêndice C). Este resultado concorda com a relação negativa entre renda familiar e geração *per capita* de resíduos de cozinha observada por Qu et al. (2009).

Durante a etapa de segregação dos resíduos, observou-se que o C1 apresentou presença mais recorrente e de maior quantidade de embalagens de comidas compradas prontas (sushis, pizzas e outros). Acredita-se que esse resultado está relacionado diretamente com o padrão de consumo proporcionado pela elevada renda familiar média do local, o que acaba refletindo na menor geração de restos de alimentos do C1 em relação ao C2. Ainda, conforme Qu et al. (2009), famílias mais ricas também têm mais oportunidade de fazer refeições em restaurantes, o que também pode estar associado à menor geração de restos de alimentos pelo C1.

Ainda, apesar de não ter sido quantificada a parcela evitável e a não evitável dos resíduos alimentares, verificou-se que no C1 é descartada uma maior quantidade de restos de alimentos evitáveis. Muitos dos resíduos evitáveis encontrados no local eram alimentos ainda embalados e dentro do prazo de validade. Associa-se esse comportamento ao padrão de consumo proporcionado pela renda familiar do C1, onde possivelmente, devido à grande disponibilidade de alimentos, o desperdício não é uma preocupação. Esse resultado condiz com Zhang et al. (2018), os quais afirmaram que a renda familiar estava positivamente correlacionada com a quantidade evitável de resíduos sólidos alimentares.

A área verde destinada ao cultivo de gramíneas no C1 é cerca de 4 vezes maior do que a área verde para o mesmo uso no C2. Essa diferença de áreas e, conseqüentemente, a quantidade de resíduos oriundos de sua manutenção, possivelmente, são os fatores que justificam a diferença significativa entre a geração de resíduos de jardim nos dois condomínios (Tabela 9 no Apêndice C).

O padrão de consumo dos habitantes de cada local foi claramente observado durante a segregação dos resíduos sólidos. Nos resíduos descartados do C1, verificou-se a presença de embalagens de produtos com maior valor que os descartados pelo C2. Acredita-se que essa diferença na forma de consumo proporcionada pela renda possa ser a explicação para a desigualdade significativa entre os percentuais de alumínio e entre os percentuais de vidro gerados nos dois

condomínios. Isso porque, enquanto no C1 foi observada grande quantidade de embalagens de bebidas alcoólicas de vidro de marcas mais caras, no C2 as embalagens de bebidas descartadas eram principalmente de alumínio (Tabela 9 no Apêndice C). Ainda, apesar de não analisada a diferença na composição diária da geração de resíduos neste estudo, constatou-se que a geração de embalagens de bebidas alcoólicas foi maior aos finais de semana e em dias em que ocorreram partidas de futebol de interesse local.

No C1, 17% dos habitantes se encontram na faixa de 0 a 5 anos, enquanto apenas 5% dos habitantes do C2 estão nesta faixa. Infere-se que a divergência significativa dos percentuais de resíduos sanitários gerados entre os dois condomínios está associada a essa característica das duas populações (Tabela 9 no apêndice C). Em concordância com o perfil etário da população, verificou-se a presença de uma maior quantidade de fraldas nos resíduos sanitários do C1, material de maior massa se comparado com os papéis sanitários.

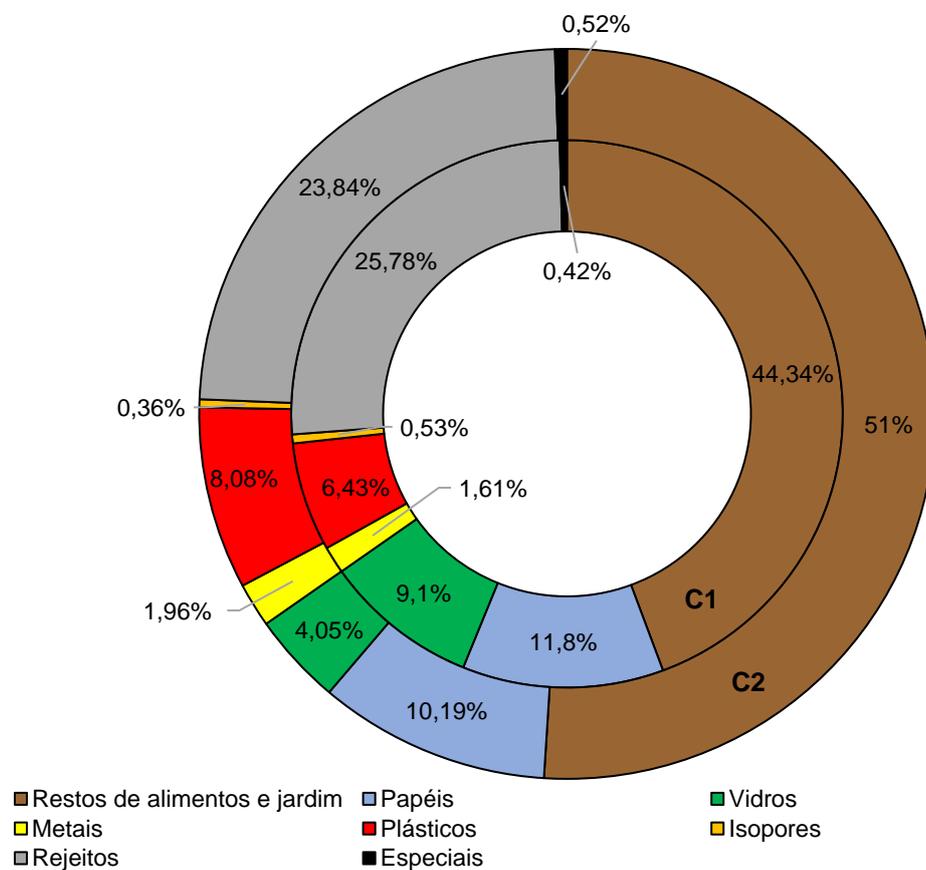
Se analisada a fração compostável (restos de alimentos e resíduos de jardim), ela representa 44,34% dos resíduos gerados no C1 e 51% no C2 (Figura 20). Esses resultados se aproximam dos valores encontrados por Dangi, Urynowicz e Belbase (2013), Gomez et al. (2008), Villalba et al. (2020), Rezende et al. (2013) e Drudi et al. (2019), em estudos desenvolvidos, respectivamente, no Nepal, no México, na Argentina e no Brasil.

Verifica-se, também, que o percentual médio da fração compostável dos resíduos do C2 é muito próximo dos resultados médios do Brasil (51,4%) e do município de Santa Maria (51,6%) (BRASIL, 2012b; PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA, 2015). Ademais, os percentuais médios de geração dessa categoria de resíduos dos dois condomínios aproximam-se do gerado pelos municípios brasileiros de Canoas, Novo Hamburgo, Pelotas e Suzano (CONSÓRCIO PRÓ-PELOTAS, 2014; CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012; PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SUZANO, 2014; PREFEITURA MUNICIPAL DE CANOAS, 2014).

A segunda categoria de resíduos mais gerada nos dois condomínios, considerando o nível 2 da análise composicional, são os rejeitos (resíduos sanitários e outros). Em média, 25,78% dos resíduos gerados no C1 e 23,84% dos resíduos gerados no C2 pertencem a essa classe (Figura 20). Considerando os materiais classificados como rejeitos neste estudo, verifica-se que os dados obtidos se aproximam dos resultados de 25,5% observados para a cidade de Joanesburgo, 25%

para Talsipur e 22% para Zavidovići (AYELERU, OKONTA, NTULI, 2018; DANGI, URYNOWICZ, BELBASE, 2013; VACCARI et al.,2013). Ainda, se aproximam dos percentuais gerados nos municípios brasileiros de Foz do Iguaçu, Jaú, Novo Hamburgo, Pelotas e Suzano (CONSÓRCIO PRÓ-PELOTAS, 2014; PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU, 2014; PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SUZANO, 2014; REZENDE et al., 2013; CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012).

Figura 20 – Composição percentual média dos resíduos sólidos gerados no Condomínio 1 e no Condomínio 2 segundo o nível 2 da análise composicional



Fonte: Elaborado pela autora.

Os papéis apareceram como a terceira categoria mais gerada em ambos os condomínios: 11,80% dos resíduos no C1 e 10,19% no C2 (Figura 20). São valores próximos aos encontrados nos estudos de Zorpas et al. (2015), na cidade de Paralimni no Chipre, e Drudi et al. (2019), no município de Santo André, no Brasil. Esses resultados também se assemelham aos percentuais da composição dos resíduos de outros municípios do Brasil, sendo gerados 10% de papéis em Gravataí, 15,94% em

Novo Hamburgo, 10,2% em Pelotas, 10,84% em Palmas e 10% em Suzano (CONSÓRCIO PRÓ-PELOTAS, 2014; CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012; PREFEITURA DE GRAVATAÍ, 2016; PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SUZANO, 2014; SOUZA, 2014). Averiguando-se os percentuais obtidos no nível 1 da análise composicional e os resultados de valor-p, apresentados na Tabela 10, constata-se que, a um nível de significância de 5%, a geração percentual das categorias compostáveis e recicláveis diferem significativamente entre os dois condomínios.

O C1, caracterizado por apresentar um maior grau de instrução dos chefes das famílias e uma maior renda média familiar, apresenta uma maior geração de recicláveis e uma menor percentual de geração de compostáveis. Esse resultado concorda com Sujuddin, Huda e Hoque (2008), que observaram uma tendência de aumento na geração de resíduos sólidos vegetais e alimentares à medida que a renda da classe econômica diminui.

Tabela 10 – Resultados da análise descritiva dos dados de composição dos resíduos segundo o nível 1 da análise composicional e resultados da aplicação do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de composição dos dois condomínios

	C1			C2			valor-p TWMW
	Mediana (%)	Média (%)	Desvio Padrão (%)	Mediana (%)	Média (%)	Desvio Padrão (%)	
Compostáveis	45,38	44,34	6,60	50,60	51,00	6,23	0,0332
Recicláveis	30,89	29,46	4,41	25,36	24,64	5,63	0,0332
Não recicláveis	26,86	25,78	5,15	23,50	23,84	4,06	0,4095
Especiais	0,25	0,42	0,49	0,15	0,52	0,81	0,5634

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.3.4 Densidade aparente

A densidade aparente média dos resíduos sólidos no C1 e no C2 é respectivamente  $97,04 \text{ kg m}^{-3}$  e  $91,71 \text{ kg m}^{-3}$  (Tabela 11). Os valores encontrados são inferiores a outros estudos analisados, que variaram de  $136,2 \text{ kg m}^{-3}$  a  $287 \text{ kg m}^{-3}$  (OGWUELEKA, 2013; QU et al., 2009; REZENDE et al., 2013; SHA'ATO et al., 2007). Acredita-se que tal diferença possa estar associada à metodologia adotada por este estudo, visto que os demais trabalhos calcularam a densidade aparente total a partir

dos resíduos brutos e, neste estudo, calculou-se pelo somatório dos volumes dos resíduos já segregados em categorias.

Ainda, observando o valor-p resultado da aplicação do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney, conclui-se que, a 5% de significância, a densidade aparente dos resíduos dos dois condomínios não diferem significativamente (Tabela 11).

Tabela 11 – Resultados da análise descritiva dos dados de densidade aparente total dos resíduos e resultado da aplicação do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de densidade dos dois condomínios

	<b>Mínimo (kg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Máximo (kg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Desvio Padrão (kg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Média (kg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Mediana (kg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>valor-p TMMW</b>
C1	71,65	121,94	14,98	97,04	100,11	0,2415
C2	73,57	112,82	12,78	91,71	93,92	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 12 – Resultados da análise descritiva dos dados de densidade aparente para cada categoria de resíduos do Condomínio 1 e do Condomínio 2

	<b>C1</b>			<b>C2</b>		
	<b>Mediana</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mediana</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Restos de alimentos	397,0	385,4	42,83	387,7	396,0	48,23
Resíduos de jardim	77,28	79,29	29,80	*	*	*
Tetra pack	24,95	24,87	2,48	20,11	22,39	5,10
Papelão	24,70	27,28	5,84	23,74	25,90	6,69
Outros papéis	67,83	84,97	47,17	53,76	70,38	48,57
Vidro	201,80	201,90	14,06	174,25	163,09	36,91
Alumínio	22,84	23,46	4,45	22,85	23,06	5,03
Outros metais	58,78	65,55	24,12	73,28	85,45	43,69
PET	16,86	17,44	2,06	14,90	15,24	2,75
Embalagens Rígidas	31,59	30,16	3,50	27,65	25,98	6,23
Outros plásticos	41,85	40,73	8,08	34,90	40,64	17,74
Isopores	7,60	7,79	1,83	6,93	6,95	2,09
Resíduos Sanitários	154,21	157,85	37,02	85,50	91,21	24,88
Outros	161,92	166,51	63,16	128,68	126,12	23,83

Fonte: Elaborado pela autora.

\*não calculado devido a pequena quantidade de dados

A tabela 12 apresenta os resultados de média, mediana e desvio padrão das densidades aparentes das categorias conforme nível 3 da análise composicional. Verifica-se que os restos de alimentos são os resíduos que apresentam a maior

densidade aparente nos dois condomínios, e os valores observados nesses locais são próximos à densidade aparente observada por Qu et al. (2009) para a mesma categoria. Ainda, comparando as densidades de outras categorias, como plásticos, resíduos sanitários e vidro, verificam-se valores de densidade aparente inferiores aos resultados apresentados pelo mesmo trabalho.

Ainda, a Tabela 13 apresenta os resultados da densidade aparente do nível 1 da análise composicional. Verifica-se que a categoria dos resíduos compostáveis é a que apresenta a maior densidade aparente nos dois condomínios. Ademais, constata-se que a densidade aparente dessa categoria no condomínio 1 é menor do que a do condomínio 2. Essa diferença relaciona-se a uma maior presença de resíduos de jardim no condomínio 1 quando comparado ao condomínio 2.

Tabela 13 – Resultados da análise descritiva dos dados de densidade aparente para cada categoria de resíduos do Condomínio 1 e do Condomínio 2 segundo o nível 1 da análise composicional

	C1			C2		
	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mediana	Média	Desvio Padrão
Compostáveis	301,6	293,1	73,69	386,5	394,7	48,33
Recicláveis	41,64	41,17	5,38	29,26	33,07	8,32
Rejeitos	159,5	161,2	44,84	110,31	110,60	20,15
Especiais	*	*	*	*	*	*

Fonte: Elaborada pela autora.

\*não calculado devido a pequena quantidade de dados

#### 4.3.5 Geração per capita

A geração média de resíduos sólidos no C1 é de  $0,63 \text{ kg per capita}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e, no C2 é de  $0,40 \text{ kg per capita}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . O valor da geração *per capita* no C1 é próximo dos resultados de  $0,634 \text{ kg per capita}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ,  $0,676 \text{ kg per capita}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e  $0,643 \text{ kg per capita}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  obtidos por Ogwueleka (2013), Gomez et al. (2008) e Rezende et al. (2013) em seus estudos desenvolvidos, respectivamente, em municípios da Nigéria, do México e do Brasil. A geração *per capita* do C2 aproxima-se de  $0,41 \text{ kg per capita}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  observado por Khan, Kumar e Samadder (2016), em Dhanbad, na Índia, e de  $0,47 \text{ kg per capita}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  verificado por Miezah et al. (2015), em dois distritos e nas capitais das dez regiões do Gana.

Observando o resultado de valor-p do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney, apresentado na Tabela 14, verifica-se que, a um nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ), a geração *per capita* de resíduos sólidos nos dois condomínios diferem significativamente.

Tabela 14 – Resultados da análise descritiva dos dados de geração *per capita* dos resíduos sólidos e resultado da aplicação do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados dos dois condomínios

Condomínio	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Mediana	Média	TMMW p-valor
C1	0,48	0,82	0,10	0,63	0,63	$3,66 \times 10^{-4}$
C2	0,27	0,49	0,08	0,39	0,40	

Fonte: Elaborado pela autora.

O condomínio 1, que apresenta uma população com maior renda e maior grau de instrução, apresentou uma geração *per capita* de resíduos sólidos significativamente maior que o condomínio 2. Esse resultado concorda com estudos executados nas cidades de Chittagong, no Bangladesh, Abuja, na Nigéria, e Bangalore, na Índia, onde os autores concluíram que a renda média familiar estava positivamente relacionada à geração de resíduos sólidos (OGWUELEKA, 2013; RAMACHANDRA et al., 2018; SUJAUDDIN, HUDA, HOQUE, 2008). Ademais, os achados deste estudo também condizem com os resultados apresentados por Vieira e Mateus (2018) em seu estudo realizado no estado de São Paulo, no Brasil. Os autores verificaram uma forte correlação entre renda *per capita* e geração *per capita* de resíduos.

Ainda, a nível de residência, a geração média de resíduos sólidos no condomínio 1 é de  $2,016 \text{ kg domicílio}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , e no condomínio 2 é de  $0,845 \text{ kg domicílio}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Esses valores se aproximam dos  $2,4 \text{ kg domicílio}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  observados em domicílios do País de Gales, dos  $1,19 \text{ kg domicílio}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , em residências na China e dos  $1,3 \text{ kg domicílio}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  no Bangladesh (BURNLEY et al., 2007; SUJAUDDIN; HUDA; HOQUE, 2008; XU et al., 2016).

Apresentando como resultado da aplicação do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de geração domiciliar diária dos dois condomínios um valor-p de  $1,8 \times 10^{-4}$ , conclui-se que, a um nível de significância de 5%, a geração diária domiciliar difere significativamente entre os dois condomínios.

Considerando-se que a ocupação média no C1 é 3,2 habitantes por residência e no C2 é 2,1 habitantes por residência, verifica-se que a geração de resíduos sólidos domiciliar foi maior no C1, onde as famílias tendem a ser maiores. Esse resultado concorda com os estudos de Sujuddin, Huda e Hoque (2008), Burnley et al. (2007), Khan, Kumar e Samadder (2016), Suthar, Singh (2015) e Trang et al. (2017), os quais afirmam que o tamanho da família se correlaciona positivamente com a geração de resíduos sólidos do domicílio.

#### 4.4 ELABORAÇÃO DE MEDIDAS PARA ADEQUAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Devido à complexidade de implantação de alterações na rotina da população, foram desenvolvidas três propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos para cada condomínio. Assim, foi proposto um projeto mais acessível em termos de aplicação (Proposta 1) e um projeto que garante a destinação correta de cada tipologia (Proposta 2). Ademais, buscou-se, por meio da Proposta 3, apresentar uma alternativa que garanta retorno financeiro aos condomínios, podendo ser uma forma de incentivo à participação dos moradores.

As propostas foram desenvolvidas com base nos resultados obtidos neste estudo. Inicialmente, observou-se que apenas uma pequena parcela dos resíduos dos dois locais apresentava características de segregação. Desse modo, como primeira medida para garantir a destinação adequada dos resíduos, propôs-se a adesão de uma forma de separação para o descarte.

Pela composição gravimétrica dos resíduos sólidos, constatou-se a significativa geração de restos de alimentos. Em vista disso, apresentou-se, na Proposta 2, a implementação de tratamento para essa categoria de resíduos. Ainda, as propostas foram delineadas visando à destinação dos resíduos recicláveis para a reciclagem, sendo ela por meio de doação dos materiais ou por sua comercialização. Essa medida levaria à redução da quantidade de materiais encaminhados para o aterro sanitário, cumprindo a ordem de prioridade para o gerenciamento de resíduos sólidos apresentada pela PNRS.

Apesar das três propostas de melhorias desenvolvidas serem, em termos gerais, as mesmas para os dois condomínios, em virtude das especificidades de cada local e de cada população, elas apresentam configurações adaptadas a cada

realidade. O mecanismo atual de gerenciamento de resíduos sólidos de cada condomínio e a infraestrutura de cada local foram determinantes em diversos aspectos do projeto, de modo que se buscou realizar o mínimo de alterações possíveis na rotina e na estrutura de cada local.

O conhecimento das características populacionais foi relevante, principalmente para o delineamento das atividades de educação ambiental. Os perfis etários, o grau de instrução dos chefes das famílias, a renda média mensal e a presença de funcionários foram os aspectos considerados mais importantes para a elaboração de atividades direcionadas para população de cada local.

As propostas contendo as adequações da infraestrutura e as ações necessárias para a adequação do gerenciamento de resíduos sólidos dos condomínios à PNRS são apresentadas nos Quadros 4 e 5.

Ainda, pela semelhança no funcionamento de condomínios residenciais, as propostas de reorganização do gerenciamento apresentadas podem servir como exemplo para outros locais. Para o sucesso de sua implementação, são necessárias apenas pequenas adaptações que adequem o projeto às especificidades da infraestrutura local e às características socioeconômicas da população.

Quadro 4 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 1

(continua)

	<b>Proposta 1</b>	<b>Proposta 2</b>	<b>Proposta 3</b>
<b>Segregação</b>	Segregação nos domicílios em três categorias: recicláveis; não recicláveis (compostáveis e rejeitos) e especiais.	Segregação nos domicílios em quatro categorias: recicláveis; compostáveis; rejeitos e especiais.	Segregação nos domicílios em três categorias: recicláveis; não recicláveis (compostáveis e rejeitos) e especiais.
<b>Acondicionamento domiciliar temporário</b>	Os resíduos segregados serão acondicionados nos domicílios em um conjunto de lixeiras padronizadas. Considerando que o tempo máximo entre duas coletas é de dois dias, visto que no domingo não ocorrerá coleta, o volume máximo necessário para armazenamento é 28,9 L para os resíduos recicláveis e 12,6 L para os rejeitos. Adotando-se, por segurança e pela disponibilidade de marcado, um conjunto de lixeiras de 50L.	Os resíduos segregados serão acondicionados nos domicílios em um conjunto de lixeiras padronizadas. Considerando que o tempo máximo entre duas coletas é de dois dias, visto que no domingo não ocorrerá coleta, o volume máximo necessário para armazenamento é 28,9 L para os resíduos recicláveis, 10,7 L para os rejeitos e 1,8 L para os resíduos compostáveis. Adotando-se, por segurança e pela disponibilidade de marcado, um conjunto de lixeiras de 50L.	Os rejeitos serão acondicionados nos domicílios em uma lixeira padronizada. Considerando que o tempo máximo entre duas coletas será de dois dias, visto que no domingo não ocorrerá coleta, o volume máximo necessário para armazenamento é 12,6 L. Os resíduos recicláveis serão descartados em um PEV que abrigará um coletor para cada tipologia de resíduo reciclável.
<b>Coleta interna</b>	A coleta será realizada pelo encarregado do condomínio com os equipamentos já utilizados. A execução ocorrerá diariamente de segunda-feira à sexta-feira às 14h e nos sábados as 10h.	A coleta será realizada pelo encarregado do condomínio com os equipamentos já utilizados. A execução ocorrerá diariamente de segunda-feira à sexta-feira às 14h e nos sábados as 10h.	A coleta dos rejeitos será realizada pelo encarregado do condomínio com os equipamentos já utilizados. A execução ocorrerá diariamente de segunda-feira à sexta-feira às 14h e nos sábados as 10h.
<b>Acondicionamento temporário</b>	Os resíduos não recicláveis serão acondicionados nas lixeiras externas do condomínio. O período máximo de armazenamento será de três dias, totalizando em um volume de 2,1 m <sup>3</sup> . Os resíduos recicláveis serão acondicionados nos compartimentos internos e nas lixeiras externas do condomínio, o período máximo de armazenamento é 4 dias, resultando em	Os rejeitos e os resíduos compostáveis que não foram utilizados no tratamento serão acondicionados nas lixeiras externas do condomínio. O período máximo de armazenamento desses resíduos será de três dias, totalizando um volume de 1,8 m <sup>3</sup> . Os resíduos recicláveis serão acondicionados nos compartimentos internos e nas lixeiras externas do condomínio, o período	Os rejeitos serão acondicionados nas lixeiras externas do condomínio. O período máximo de armazenamento desses resíduos será de três dias, totalizando um volume máximo armazenado de 2,1 m <sup>3</sup> . Os resíduos recicláveis serão acondicionados nos compartimentos internos e nas lixeiras externas do condomínio, o período máximo de armazenamento é 4 dias,

Quadro 4 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 1

(continuação)

	<b>Proposta 1</b>	<b>Proposta 2</b>	<b>Proposta 3</b>
<b>Acondicionamento temporário</b>	um volume de 6,4 m <sup>3</sup> . Assim, como o local atualmente conta com um espaço de 13,2 m <sup>3</sup> para armazenamento dos resíduos sólidos não será necessária ampliação. Prevê-se apenas a confecção de materiais de identificação para manter a segregação dos resíduos nos locais de acondicionamento.	máximo de armazenamento é 4 dias, resultando em um volume de 6,4 m <sup>3</sup> . Deste modo, como o local atualmente conta com um espaço de 13,2 m <sup>3</sup> para armazenamento dos resíduos sólidos não será necessária ampliação. Prevê-se apenas a confecção de materiais de identificação para manter a segregação dos resíduos nos locais de acondicionamento.	resultando em um volume de 6,4 m <sup>3</sup> . Deste modo, como o local atualmente conta com um espaço de 13,2 m <sup>3</sup> para armazenamento dos resíduos sólidos não será necessária ampliação. Prevê-se apenas a confecção de materiais de identificação para manter a segregação dos resíduos nos locais de acondicionamento.
<b>Tratamento</b>		Selecionou-se a vermicompostagem como forma de tratamento dos resíduos compostáveis. Porém, considerando que a adesão inicialmente será de apenas parte dos moradores, projetou-se o tratamento considerando que apenas 30% dos resíduos compostáveis serão tratados. Desta forma, será necessária uma estrutura de 0,4 m de altura, 1 m de largura e 23 m de comprimento. Os resíduos coletados serão depositados na vermicomposteira e o acompanhamento do tratamento será realizado pelo funcionário do local. Deverá ser realizado controle da umidade, da aeração entre outros fatores.	
<b>Destinação</b>	Os resíduos sólidos especiais deverão ser destinados pelos próprios moradores para pontos de recebimento disponíveis no município, os que fazem parte da política de logística reversa deverão ser descartados conforme as indicações da	Os resíduos sólidos especiais deverão ser destinados pelos próprios moradores para pontos de recebimento disponíveis no município, os que fazem parte da política de logística reversa deverão ser descartados conforme as indicações da	Os resíduos sólidos especiais deverão ser destinados pelos próprios moradores para pontos de recebimento disponíveis no município, os que fazem parte da política de logística reversa deverão ser descartados conforme as indicações da mesma. Os resíduos não recicláveis serão

Quadro 4 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 1

(continuação)

	<b>Proposta 1</b>	<b>Proposta 2</b>	<b>Proposta 3</b>
<b>Destinação</b>	mesma. Os resíduos não recicláveis serão recolhidos pela coleta municipal nas segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras. Os resíduos recicláveis serão coletados por uma associação de selecionadores de materiais recicláveis duas vezes na semana.	mesma. Os rejeitos e a parcela de compostáveis que não será encaminhada quartas-feiras e sextas-feiras. Os resíduos para o tratamento serão recolhidos pela coleta municipal nas segundas-feiras, recicláveis serão coletados por uma associação de selecionadores de materiais recicláveis duas vezes na semana.	recolhidos pela coleta municipal nas segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras. Os resíduos recicláveis serão comercializados pelo condomínio.
<b>Adequações estruturais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para identificação dos resíduos a serem descartados nas lixeiras presentes nas áreas comuns do condomínio para padronizar a segregação em toda a área;</li> <li>• Confecção de materiais para a identificação dos resíduos a serem armazenados nos locais de acondicionamento temporário;</li> <li>• Aquisição de conjuntos de lixeiras padronizadas para os domicílios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para identificação dos resíduos a serem descartados nas lixeiras presentes nas áreas comuns do condomínio para padronizar a segregação em toda a área;</li> <li>• Confecção de materiais para a identificação dos resíduos a serem armazenados nos locais de acondicionamento temporário;</li> <li>• Aquisição de conjuntos de lixeiras padronizadas para os domicílios;</li> <li>• Construção de uma estrutura em alvenaria com cobertura de telhas para a execução do tratamento dos resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para identificação dos resíduos a serem descartados nas lixeiras presentes nas áreas comuns do condomínio para padronizar a segregação em toda a área;</li> <li>• Confecção de materiais para a identificação dos resíduos a serem armazenados nos locais de acondicionamento temporário;</li> <li>• Aquisição de lixeiras padronizadas para os domicílios e recipientes para acondicionamento dos resíduos recicláveis no PEV.</li> </ul>
<b>Educação ambiental</b>	Devido à baixa participação dos moradores em atividades presenciais no condomínio, optou-se pela execução da educação ambiental descentralizada. Ainda, devido ao grande número de crianças no local e funcionários que manipulam os resíduos nas residências, as atividades devem abranger estas categorias também. Prevê-se então:	Devido à baixa participação dos moradores em atividades presenciais no condomínio, optou-se pela execução da educação ambiental descentralizada. Ainda, devido ao grande número de crianças no local e funcionários que manipulam os resíduos nas residências, as atividades devem abranger estas categorias também. Prevê-se então:	Devido à baixa participação dos moradores em atividades presenciais no condomínio, optou-se pela execução da educação ambiental descentralizada. Ainda, devido ao grande número de crianças no local e funcionários que manipulam os resíduos nas residências, as atividades devem abranger estas categorias também. Prevê-se então:

Quadro 4 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 1

(conclusão)

	<b>Proposta 1</b>	<b>Proposta 2</b>	<b>Proposta 3</b>
<b>Educação ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folders digitais que serão divulgados no canal de comunicação do condomínio, abrangendo temas básicos para instruir e motivar a segregação pelos moradores e o consumo consciente;</li> <li>• Ímãs de geladeira contendo indicações básicas para a segregação dos materiais;</li> <li>• Jogo educativo para trabalhar de forma lúdica a segregação dos resíduos sólidos; Os materiais serão entregues pelos executores da educação em cada residência, encontro aonde serão repassadas algumas informações básicas e tiradas possíveis dúvidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folders digitais que serão divulgados no canal de comunicação do condomínio, abrangendo temas básicos para instruir e motivar a segregação pelos moradores e o consumo consciente;</li> <li>• Ímãs de geladeira contendo indicações básicas para a segregação dos materiais;</li> <li>• Jogo educativo para trabalhar de forma lúdica a segregação dos resíduos sólidos; Os materiais serão entregues pelos executores da educação em cada residência, encontro aonde serão repassadas algumas informações básicas e tiradas possíveis dúvidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folders digitais que serão divulgados no canal de comunicação do condomínio, abrangendo temas básicos para instruir e motivar a segregação pelos moradores e o consumo consciente;</li> <li>• Ímãs de geladeira contendo indicações básicas para a segregação dos materiais;</li> <li>• Jogo educativo para trabalhar de forma lúdica a segregação dos resíduos sólidos; Os materiais serão entregues pelos executores da educação em cada residência, encontro aonde serão repassadas algumas informações básicas e tiradas possíveis dúvidas.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 5 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 2

(continua)

	<b>Proposta 1</b>	<b>Proposta 2</b>	<b>Proposta 3</b>
<b>Segregação</b>	Segregação nos domicílios em três categorias: recicláveis; não recicláveis (compostáveis e rejeitos); e especiais.	Segregação nos domicílios em quatro categorias: recicláveis; compostáveis; rejeitos; e especiais.	Segregação nos domicílios em três categorias: recicláveis; não recicláveis (compostáveis e rejeitos); e especiais.
<b>Acondicionamento temporário</b>	Os resíduos recicláveis e os resíduos não recicláveis previamente segregados serão	Os resíduos recicláveis e os rejeitos previamente segregados serão	Os resíduos não recicláveis previamente segregados serão depositados pelos

Quadro 5 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 2

(continuação)

	<b>Proposta 1</b>	<b>Proposta 2</b>	<b>Proposta 3</b>
<b>Acondicionamento temporário</b>	depositados pelos moradores na lixeira do condomínio que será adaptada para acondicionar de forma separada as duas frações. Os resíduos não recicláveis serão acondicionados na lixeira por um período máximo de armazenamento de três dias, totalizando um volume de 1,1 m <sup>3</sup> . Os resíduos recicláveis serão acondicionados na lixeira por um período máximo de armazenamento de 4 dias, resultando em um volume de 3 m <sup>3</sup> . Desta forma, como o local atualmente conta com um espaço de 6,3 m <sup>3</sup> para armazenamento dos resíduos sólidos não será necessária ampliação. Prevê-se apenas a adaptação da estrutura existente para permitir o acondicionamento segregado dos resíduos e também, a confecção de materiais de identificação para manter a segregação dos resíduos no local de acondicionamento.	depositados pelos moradores na lixeira do condomínio que será adaptada para acondicionar de forma separada as duas frações. Os rejeitos e a parcela dos resíduos compostáveis que possivelmente não será destinada ao tratamento serão acondicionados na lixeira por um período máximo de armazenamento de três dias. Totalizando um volume a ser armazenado de 0,9 m <sup>3</sup> . Os resíduos recicláveis serão acondicionados na lixeira por um período máximo de armazenamento de 4 dias, resultando em um volume de 3 m <sup>3</sup> . Desta forma, como o local atualmente conta com um espaço de 6,3 m <sup>3</sup> para armazenamento dos resíduos sólidos não será necessária ampliação. Prevê-se apenas a adaptação da estrutura existente para permitir o acondicionamento segregado dos resíduos e também, a confecção de materiais de identificação para manter a segregação dos resíduos no local de acondicionamento.	moradores na lixeira do condomínio. Os resíduos não recicláveis serão acondicionados na lixeira por um período máximo de armazenamento de três dias, totalizando um volume de 1,1 m <sup>3</sup> . Os resíduos recicláveis serão descartados em um PEV que abrigará um coletor para cada tipologia de resíduo reciclável. Prevê-se a aquisição dos recipientes para descarte segregado dos resíduos recicláveis e a confecção de materiais de identificação para manter a segregação dos resíduos no local de acondicionamento.
<b>Tratamento</b>		Os resíduos compostáveis serão depositados pelos moradores em um recipiente coletor próximo ao local do tratamento, para posterior introdução no sistema. Considerando que a adesão inicialmente será de apenas parte dos moradores, projetou-se o tratamento considerando que apenas 30% dos	

Quadro 5 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 2

(continuação)

	<b>Proposta 1</b>	<b>Proposta 2</b>	<b>Proposta 3</b>
<b>Tratamento</b>		resíduos compostáveis serão tratados. Desta forma, será necessária uma estrutura de 0,4 m de altura, 1 m de largura e 9 m de comprimento. Os resíduos coletados serão depositados na vermicomposteira e o acompanhamento do tratamento será realizado pelo funcionário do local ou por moradores voluntários. Deverá ser realizado controle da umidade, da aeração entre outros fatores.	
<b>Destinação</b>	Os resíduos sólidos especiais deverão ser destinados pelos próprios moradores para pontos de recebimento disponíveis no município, os que fazem parte da política de logística reversa deverão ser descartados conforme as indicações da mesma. Os resíduos não recicláveis serão recolhidos pela coleta municipal nas segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras. Os resíduos recicláveis serão coletados por uma associação de selecionadores de materiais recicláveis duas vezes na semana.	Os resíduos sólidos especiais deverão ser destinados pelos próprios moradores para pontos de recebimento disponíveis no município, os que fazem parte da política de logística reversa deverão ser descartados conforme as indicações da mesma. Os rejeitos e a parcela de compostáveis que não será encaminhada para o tratamento serão recolhidos pela coleta municipal nas segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras. Os resíduos recicláveis serão coletados por uma associação de selecionadores de materiais recicláveis duas vezes na semana.	Os resíduos sólidos especiais deverão ser destinados pelos próprios moradores para pontos de recebimento disponíveis no município, os que fazem parte da política de logística reversa deverão ser descartados conforme as indicações da mesma. Os resíduos não recicláveis serão recolhidos pela coleta municipal nas segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras. Os resíduos recicláveis serão comercializados pelo condomínio.
<b>Adequações estruturais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para identificação dos resíduos a serem descartados nas lixeiras presentes nas áreas comuns do condomínio para padronizar a segregação em toda a área;</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para identificação dos resíduos a serem descartados nas lixeiras presentes nas áreas comuns do condomínio para padronizar a segregação em toda a área;</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para identificação dos resíduos a serem descartados nas lixeiras presentes nas áreas comuns do condomínio para padronizar a segregação em toda a área;</li> <li>•</li> </ul>

Quadro 5 – Propostas para adequação do gerenciamento de resíduos sólidos no condomínio 2

(conclusão)

	<b>Proposta 1</b>	<b>Proposta 2</b>	<b>Proposta 3</b>
<b>Adequações estruturais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para a identificação dos resíduos a serem armazenados nos locais de acondicionamento temporário;</li> <li>• Construção de uma divisória na lixeira para abrigar de forma segregada os resíduos sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para a identificação dos resíduos a serem armazenados nos locais de acondicionamento temporário;</li> <li>• Construção de uma divisória na lixeira para abrigar de forma segregada os resíduos sólidos;</li> <li>• Construção de uma estrutura em alvenaria com cobertura de telhas para a execução do tratamento dos resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confecção de materiais para a identificação dos resíduos a serem armazenados nos locais de acondicionamento temporário;</li> <li>• Aquisição de recipientes para acondicionamento dos resíduos recicláveis no PEV.</li> </ul>
<b>Educação ambiental</b>	<p>Devido às características observadas da população do local, para as atividades de educação ambiental prevê-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encontros coletivos para discussão de temas básicos para a implementação da nova forma de segregação;</li> <li>• Folders em papel abrangendo temas básicos para instruir e motivar a segregação pelos moradores. Serão entregues pelos executores da educação ambiental em cada residência. Momento aonde serão repassadas algumas informações básicas e tiradas possíveis dúvidas.</li> </ul>	<p>Devido às características observadas da população do local, para as atividades de educação ambiental prevê-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encontros coletivos para discussão de temas básicos para a implementação da nova forma de segregação;</li> <li>• Folders em papel abrangendo temas básicos para instruir e motivar a segregação pelos moradores. Serão entregues pelos executores da educação ambiental em cada residência. Momento aonde serão repassadas algumas informações básicas e tiradas possíveis dúvidas.</li> </ul>	<p>Devido às características observadas da população do local, para as atividades de educação ambiental prevê-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encontros coletivos para discussão de temas básicos para a implementação da nova forma de segregação;</li> <li>• Folders em papel abrangendo temas básicos para instruir e motivar a segregação pelos moradores. Serão entregues pelos executores da educação ambiental em cada residência. Momento aonde serão repassadas algumas informações básicas e tiradas possíveis dúvidas.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo estudo executado, verificou-se que os dois condomínios residenciais possuíam boa estrutura de acondicionamento temporário dos resíduos e que o gerenciamento dos resíduos nos locais ocorria sem qualquer forma de segregação dos materiais. Também constatou-se que, devido às configurações dos condomínios, o controle do fluxo de resíduos é facilitado, o que auxilia na implementação de medidas de gerenciamento.

Estimou-se que, em média, 3,22 habitantes residem em cada unidade habitacional do condomínio 1 e 2,13 habitantes no condomínio 2. Ainda, por meio dos questionários socioeconômicos, constatou-se que domicílios resididos por agregados familiares compostos por um casal e filhos é o perfil mais recorrente no C1, ao passo que, no C2, há predominância de dois perfis, o de residências habitadas por agregados familiares de composições diversas e o de moradias resididas por pessoas sem vínculo familiar.

Pela caracterização da população, constatou-se, também, que 73% dos domicílios analisados no C1 possuem renda média familiar de mais de 10 salários mínimos, enquanto no C2 100% dos domicílios apresentam renda inferior a esse valor. Se analisado o grau máximo de instrução do chefe da família e o rendimento médio mensal familiar, nos dois condomínios constata-se uma relação positiva entre as duas variáveis.

A análise quali-quantitativa dos resíduos sólidos nos dois condomínios retratou que, em média, 56,73% dos recipientes no C1 e 59,73% dos do C2 não apresentam indícios de segregação de resíduos. Isso demonstra que a segregação de resíduos sólidos ainda não é uma prática comum nos dois locais.

A respeito da composição dos resíduos sólidos gerados, verificou-se que restos de alimentos foi a fração de materiais predominante nos dois condomínios, representando, em média, 39,65% e 50,81% dos resíduos gerados no C1 e no C2 respectivamente. Ainda a respeito da composição, foram constatadas diferenças significativas entre os dois condomínios na geração de restos de alimentos, resíduos de jardim, vidro, alumínio, outros metais, outros plásticos, lâmpadas e resíduos sanitários.

Observou-se que no C1, caracterizado por apresentar um maior grau de instrução dos chefes das famílias, uma maior renda média familiar e um maior número

de habitantes por residência, há um maior percentual de recicláveis e um menor percentual de compostáveis na geração de resíduos em comparação com o C2.

A geração *per capita* de resíduos diferiu significativamente entre os condomínios. Os habitantes do C2, local que possui uma menor renda média familiar e um menor grau de instrução dos chefes das famílias, geram em média 0,4 kg dia<sup>-1</sup>, enquanto no C1 a geração *per capita* é de 0,63 kg dia<sup>-1</sup>.

Verificou-se, também, que há uma correlação significativa entre as amostras (A1 e A2) e o total de resíduos quarteado (T) nos dois condomínios. Ademais, constatou-se que nos dois condomínios os valores percentuais de todas as categorias de resíduos não diferiram significativamente entre as amostras (A1 e A2) e T.

O conhecimento das características quali-quantitativas dos resíduos sólidos, bem como o conhecimento do funcionamento do gerenciamento dos resíduos nos condomínios, foi fundamental para a proposição das alternativas de adequação de seus gerenciamentos de resíduos sólidos. Por meio dessas informações, também foi possível dimensionar os itens necessários para o bom funcionamento desses sistemas.

O conhecimento da realidade socioeconômica da população também foi de grande importância para a elaboração das propostas de melhoria do gerenciamento de resíduos dos dois condomínios. O perfil etário, a renda média mensal domiciliar, o grau de instrução do chefe da família, dentre outras importantes características levantadas dos condôminos, permitiram moldar as propostas – e principalmente a educação ambiental – à realidade e às aspirações das populações, tornando a aplicação das alterações mais fácil e com maior possibilidade de apresentar resultados eficazes.

Sugere-se, enfim, que, outros autores utilizem os resultados deste estudo como base para outras pesquisas. Que sejam desenvolvidos trabalhos voltados à comprovação da utilização de amostras significativas de resíduos em outros locais e com um maior número de repetições. Que as características quali-quantitativas dos resíduos sólidos gerados no Brasil sejam levantadas em outros lugares, contribuindo para a criação de um banco de dados com informações sólidas e confiáveis, aspecto que é uma das fraquezas da temática no país.

## 6 CONCLUSÃO

O fluxo dos resíduos sólidos dos dois condomínios foi entendido a partir do desenvolvimento do diagnóstico do gerenciamento. Constatou-se que, do modo que ocorre atualmente, ele não garante a destinação correta das diferentes categorias de resíduos. Verificou-se também que os caminhos de descarte de resíduos dos condomínios operam de maneira isolada em relação ao meio externo, o que facilita a adesão de medidas para adequação dos sistemas.

Comprovou-se que os moradores dos dois condomínios apresentam características distintas. O condomínio 1, em relação ao condomínio 2, apresenta maior número de habitantes por residência, maior grau de instrução dos chefes das famílias e maior renda média mensal domiciliar. Ainda, constatou-se que os questionários socioeconômicos foram ferramentas eficazes para a delimitação do perfil socioeconômico das populações. Sua aplicação porta a porta, apesar de ser trabalhosa por necessitar a presença dos moradores no domicílio e demandar a sua atenção por determinado tempo, mostra-se eficaz pelo fato de proporcionar uma boa taxa de retorno.

Pelo desenvolvimento do trabalho, também foi possível realizar a caracterização quali-quantitativa dos resíduos gerados nos dois condomínios, obtendo-se as quantidades geradas, os percentuais gerados de cada tipologia, os percentuais de recipientes de cada modalidade de segregação, além da densidade aparente das categorias de resíduos geradas.

A obtenção dessas informações foi de grande importância para o estudo. Por meio delas, foi possível entender a forma de geração de resíduos sólidos e sua relação com as características socioeconômicas de cada local, assim como foi possível realizar a elaboração e o dimensionamento das adequações para o gerenciamento. Todavia, devido à dependência de diversos fatores para o bom êxito da obtenção dos dados, essa etapa do estudo foi a de mais difícil execução. Condições meteorológicas, disponibilidade de horários da equipe de trabalho, local e infraestrutura para a realização das análises foram alguns dos elementos que precisaram ser administrados para o desenvolvimento eficiente dessa etapa. Tornando-se necessário para um bom êxito do trabalho, a realização de um bom planejamento inicial, além de constantes adaptações.

Os resultados obtidos permitiram concluir que as gerações de resíduos sólidos dos dois condomínios diferem significativamente em diversos aspectos. Inicialmente, verificam-se diferenças significativas na quantidade gerada. Observa-se que o C1 gera uma maior quantidade diária de resíduos, tanto *per capita* quanto por domicílio. Constata-se também que a composição dos resíduos sólidos dos locais apresenta diferenças consideráveis para algumas categorias de resíduos. O C2, que apresenta um menor grau de instrução dos chefes das famílias e uma menor renda média familiar, apresenta um maior percentual de compostáveis e um menor percentual de recicláveis na geração de resíduos em comparação ao C1. Ainda, concluiu-se que tanto as diferenças na quantidade gerada quanto nas tipologias de resíduos possuem relação com o perfil socioeconômico dos habitantes de cada local.

## REFERÊNCIAS

- ABBONDANZA, M. N. M.; SOUZA, R. G. Estimating the generation of household e-waste in municipalities using primary data from surveys: A case study of Sao Jose dos Campos, Brazil. **Waste Management**, v. 85, p. 374-384, Feb. 2019.
- ABDULREDHA, M. et al. Estimating solid waste generation by hospitality industry during major festivals: A quantification model based on multiple regression. **Waste Management**, v. 77, p. 388-400, July. 2018.
- ALVES, W. L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento de lixo urbano**. Jaboticabal: Funep, 53 p., 1998.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste**. United States, July. 1992.
- ARAUJO, D. R. R. et al. Generation of domestic waste electrical and electronic equipment on Fernando de Noronha Island: qualitative and quantitative aspects. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, aug. 2017.
- ARAÚJO, M. G. et al. A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. **Waste Management**, v. 32, p. 335-342, Feb. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2010.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2011**. 2011. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2011/>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2012**. 2012. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2012/>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2013**. 2013. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2013/>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2014**. 2014. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2014/>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2015**. 2015. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2015/>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2016**. 2016. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2016/>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil 2017**. 2017. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

\_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. 2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019>. Acesso em: 10 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. **Critério de Classificação Econômica**. Abr. 2018. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Acesso em: 03 dez. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos-classificação. Rio de Janeiro, 2004a, 71 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004b, 21 p.

AYELERU, O. O.; OKONTA, F. N.; NTULI, F. Municipal solid waste generation and characterization in the City of Johannesburg: A pathway for the implementation of zero waste. **Waste Management**, v. 79, p. 87-97, Sept. 2018.

BALDÉ, C. P. et al. **The Global E-waste Monitor – 2017**. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA). Bonn/Geneva/Vienna. 2017.

BANDARA, N. J. et al. Relation of waste generation and composition to socio-economic factors: a case study. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 135, p. 31-39, Apr. 2007.

BEIGL, P.; LEBERSORGER, S.; SALHOFER, S. Modelling municipal solid waste generation: A review. **Waste Management**, v. 28, p. 200-214, 2008.

BOUND, J. P.; KITSOU, K.; VOULVOULIS, N. Household disposal of pharmaceuticals and perception of risk to the environment. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 21, ed. 3, p. 301-307, May. 2006.

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, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2010**. Brasília: 2012a. 2090 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2011**. Brasília: 2013. 2634 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2012**. Brasília: 2014. 143 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2013**. Brasília: 2015. 154 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2014**. Brasília: 2016. 154 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2015**. Brasília: 2017. 173 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016**. Brasília: 2018. 188 p.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017**. Brasília: 2019a. 194 p.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Brasília: 2019b. 247 p.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, ago. 2012b.

BURNLEY, S. J. et al. Assessing the composition of municipal solid waste in Wales. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 49, ed. 3, p. 264-283, Jan. 2007.

CAMPOS, H. K. T. Recycling in Brazil: Challenges and prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 85, p. 130-138, Apr. 2014.

CHRISTENSEN, T. H (Ed.). **Solid Waste Technology & Management**. John Wiley & Sons Ltd, 2011, 1026 p.

CONSÓRCIO PRÓ-PELOTAS. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos**. Pelotas, ago. 2014.

CONSÓRCIO PRÓ-SINOS. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Novo Hamburgo**. Novo Hamburgo, 2012.

DAHLÉN, L.; LAGERKVIST, A. Methods for household waste composition studies. **Waste Management**, v. 28, ed. 7, p. 1100-1112, 2008.

DANGI, M. B.; URYNOWICZ, M. A.; BELBASE, S. Characterization, generation, and management of household solid waste in Tulsipur, Nepal. **Habitat International**, v.40, p. 65-72, Oct. 2013.

DRUDI, K. C. R. et al. Statistical model for heating value of municipal solid waste in Brazil based on gravimetric composition. **Waste Management**, v. 87, p. 782-790, Mar. 2019.

DUTRA, R. M.; YAMANE, L. H.; SIMAN, R. R. Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers' organizations: A case study of 16 Brazilian cities. **Waste Management**, v. 77, p. 50-58, July. 2018.

EDJABOU, M. E. et al. Food waste from Danish households: Generation and composition. **Waste Management**, v. 52, p. 256-268, June. 2016.

\_\_\_\_\_. Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. **Waste Management**, v. 36, p. 12-23, Feb. 2015.

ELIMELECH, E.; AYALON, O.; ERT, E. What gets measured gets managed: A new method of measuring household food waste. **Waste Management**, v. 76, p. 68-81, June. 2018.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Municipal waste management across European countries**. Nov. 2016. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/municipal-waste-management-across-european-countries>. Acesso em: 14 jul. 2019.

EUROSTAT. **Municipal waste statistics**. Disponível em: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal\\_waste\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics). Acesso em: 14 ago. 2019.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada às ciências agrárias**. Editora UFV, 2018.

FLECK, E. (Coord.). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Porto Alegre, v.1, ago. 2013.

GALLARDO, A. et al. Methodology to design a municipal solid waste generation and composition map: A case study. **Waste Management**, v. 34, p. 1920-1931, Nov. 2014.

\_\_\_\_\_. The determination of waste generation and composition as an essential tool to improve the waste management plan of a university. **Waste Management**, v. 53, p. 3-11, July. 2016.

GENDEBIEN, A. et al. **Study on Hazardous Household Waste (HHW) with a Main Emphasis on Hazardous Household Chemicals (HHC)**. European Commission-Directorate-General Environment, June. 2002.

GOMEZ, G. et al. Characterization of urban solid waste in Chihuahua, Mexico. **Waste Management**, v. 28, p. 2465-2471, Dec. 2008.

GU, B. et al. Characterization, quantification and management of household solid waste: A case study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 98, p. 67-75, May. 2015.

\_\_\_\_\_. Household hazardous waste quantification, characterization and management in China's cities: A case study of Suzhou. **Waste Management**, v. 34, p. 2414-2423, Nov. 2014.

GUÉRIN, J. É. et al. The importance of characterizing residual household waste at the local level: A case study of Saguenay, Quebec (Canada). **Waste Management**, v. 77, p. 341-349, July. 2018.

HANSSEN, O. J.; SYVERSEN, F.; STØ, E. Edible food waste from Norwegian households—Detailed food waste composition analysis among households in two different regions in Norway. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 109, p. 146-154, May./June. 2016.

HENRY, R. K.; YONGSHENG, Z.; JUN, D. Municipal solid waste management challenges in developing countries – Kenyan case study. **Waste Management**, v. 26, p. 92-100, 2006.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management**. Washington, DC: World Bank. 2012.

HORTTANAINEN, M. et al. The composition, heating value and renewable share of the energy content of mixed municipal solid waste in Finland. **Waste Management**, v. 33, p. 2680-2686, Dec. 2013.

INGLEZAKIS, V. J.; MOUSTAKAS, K. Household hazardous waste management: A review. **Journal of Environmental Management**, v.150, p. 310-3211, Mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Santa Maria. Censo demográfico. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santa-maria/pesquisa/23/24304?detalhes=true>. Acesso em: 03 dez. 2019.

KAZA, S. et al. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Washington, DC: World Bank. 2018.

KERN, A. P. et al. Waste generated in high-rise buildings construction: A quantification model based on statistical multiple regression. **Waste Management**, v. 39, p. 35-44, May. 2015.

KESER, S.; DUZGUN, S.; AKSOY, A. Application of spatial and non-spatial data analysis in determination of the factors that impact municipal solid waste generation rates in Turkey. **Waste Management**, v. 32, ed. 3, p. 359-371, Mar. 2012.

KHAJURIA, A.; YAMAMOTO, Y.; MORIOKA, T. Estimation of municipal solid waste generation and landfill area in Asian developing countries. **Journal of Environmental Biology**, p. 649-654, Sept. 2010.

KHAN, D.; KUMAR, A.; SAMADDER, S.R. Impact of socioeconomic status on municipal solid waste generation rate. **Waste Management**, v. 49, p. 15-25, Mar. 2016.

KNICKMEYER, D. Social factors influencing household waste separation: A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. **Journal of Cleaner Production**, v. 245, Feb. 2020.

LARSON, R.; FARBER, B. **Elementary Statistics: picturing the world**. Pearson Education, 4 ed., 2008.

LIIKANEN, M. et al. Steps towards more environmentally sustainable municipal solid waste management – A life cycle assessment study of São Paulo, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 196, p. 150-162, Sep. 2018.

MIEZAH, K. et al. Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana. **Waste Management**, v. 46, p. 15-27, Dec. 2015.

MONTEJO, C. et al. Analysis and comparison of municipal solid waste and reject fraction as fuels for incineration plants. **Applied Thermal Engineering**, v. 31, ed. 13, p. 2135-2140, Sept. 2011.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. São Paulo: Saraiva, 2017.

MOURA, J.M.B.M.; PINHEIRO, I. G.; CARMO, J.L. Gravimetric composition of the rejects coming from the segregation process of the municipal recyclable wastes. **Waste Management**, v. 74, p. 98-109, Apr. 2018.

NAS, S. S.; BAYRAM, A. Municipal solid waste characteristics and management in Gümüşhane, Turkey. **Waste Management**, v. 28, p. 2435-2442, Dec. 2008.

OGWUELEKA, T. C. Survey of household waste composition and quantities in Abuja, Nigeria. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 77, p. 52-60, Aug. 2013.

OJEDA-BENÍTEZ, S.; ARMIJO-DEVEGA, C.; MARQUEZ-MONTENEGRO, M. Y. Household solid waste characterization by family socioeconomic profile as unit of analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 52, ed. 7, p. 992-999, May. 2008.

ORIBE-GARCIA, I. et al. Identification of influencing municipal characteristics regarding household waste generation and their forecasting ability in Biscay. **Waste Management**, v. 39, p. 26-34, May. 2015.

PARIZEAU, K.; MASSOW, M.; MARTIN, R. Household-level dynamics of food waste production and related beliefs, attitudes, and behaviours in Guelph, Ontario. **Waste Management**, v. 35, p. 207-217, Jan. 2015.

PREFEITURA DE GRAVATAÍ. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Gravataí**. Gravataí, nov. 2016.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SUZANO. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Suzano**. Suzano, jun. 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CANOAS. **Plano municipal de coleta seletiva.** Canoas, out. 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU. **Plano Municipal de Saneamento Básico Município de Foz do Iguaçu / PR.** Foz do Iguaçu, 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Plano municipal de saneamento ambiental de Santa Maria: Volume IV – Resíduos Sólidos.** Santa Maria, 2015.

QU, X. et al. Survey of composition and generation rate of household wastes in Beijing, China. **Waste Management**, v. 29, ed. 10, p. 2618-2624, Oct. 2009.

R CORE TEAM (2019). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 10 mar. 2019.

RAMACHANDRA, T.V. et al. Municipal solid waste: Generation, composition and GHG emissions in Bangalore, India. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 1122-1136, Feb. 2018.

REZENDE, J. H. et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária Ambiental**, vol. 18, jan./mar., 2013.

RICCI, M. S. F. **Manual de vermicompostagem.** Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 1996. 23 p.

RODRIGUES, A. C.; GUNTHER, W. M. R.; BOSCOV, M. E. G. Estimativa da geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos de origem domiciliar: proposição de método e aplicação ao município de São Paulo, São Paulo, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, Rio de Janeiro, set. 2015.

SANTA MARIA. **Coleta de resíduos.** Disponível em: <http://www.santamaria.rs.gov.br/ambiental/641-coleta-de-residuos>. Acesso em: 2 set. 2019a.

SANTA MARIA. **Habitação.** Disponível em: <http://santamariaemdados.com.br/8-infraestrutura/9-2-habitacao/>. Acesso em: 3 dez. 2019d.

SANTA MARIA. **Recicle no laranja.** Disponível em: <http://www.santamaria.rs.gov.br/reciclenolaranja/>. Acesso em: 03 dez. 2019c.

SANTA MARIA. **Santa Maria em dados.** Disponível em: <http://santamariaemdados.com.br/1-aspectos-gerais/>. Acesso em: 2 set. 2019b.

SANTOS, R. E. et al. Generating electrical energy through urban solid waste in Brazil: An economic and energy comparative analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 231, p. 198-206, Feb. 2019.

SCHOTT, A. B. S.; ANDERSSON, T. Food waste minimization from a life-cycle perspective. **Journal of Environmental Management**, v. 147, p. 219-226, Jan. 2015.

SHA'ATO, R. et al. Survey of solid waste generation and composition in a rapidly growing urban area in Central Nigeria. **Waste Management**, p. 352-358, 2007.

SHEKDAR, A. V. Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries. **Waste Management**, v. 29, p. 1438-1448, Apr. 2009.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Série Histórica**. Disponível em: <http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

SOUZA, R. M. (Coord.) **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas – TO**. Palmas, jan. 2014.

SUJAUDDIN, M.; HUDA, S.M.S.; HOQUE, A.T.M.R. Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. **Waste Management**, v. 28, ed. 9, p. 1688-1695, Sep. 2008.

SUTHAR, S.; SINGH, P. Household solid waste generation and composition in different family size and socio-economic groups: A case study. **Sustainable Cities and Society**, v. 14, p. 56-63, Feb. 2015.

TCHOBANOGLIOUS, G.; KREITH, F. **Handbook of solid waste management**. McGraw-Hill, ed. 2, 2002.

THOMPSON, S. K. Sampling. 3rd ed. **John Wiley & Sons**, Inc. 2012.

TRANG, P. T. T. et al. The Effects of Socio-economic Factors on Household Solid Waste Generation and Composition: A Case Study in Thu Dau Mot, Vietnam. **Energy Procedia**, v. 107, p. 253-258, 2017.

VACCARI, M. et al. From mixed to separate collection of solid waste: Benefits for the town of Zavidovići (Bosnia and Herzegovina). **Waste Management**, v. 33, p. 277-286, Feb. 2013.

VIEIRA, V. H. A. M.; MATHEUS, D. R. The impact of socioeconomic factors on municipal solid waste generation in São Paulo, Brazil. **Waste Management & Research**, v.38, p.79-85, 2018.

VILLALBA, L. et al. Household solid waste characterization in Tandil (Argentina): Socioeconomic, institutional, temporal and cultural aspects influencing waste quantity and composition. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 152, Jan. 2020.

WILSON, D. C. (Ed.) **Global Waste Management Outlook**. United Nations Environment Programme, 2015.

XU, L. et al. Path analysis of factors influencing household solid waste generation: a case study of Xiamen Island, China. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 18, p. 377-384, Apr. 2016.

ZHANG, H. et al. Characterization of household food waste and strategies for its reduction: A Shenzhen City case study. **Waste Management**, v. 78, p. 426-433, Aug. 2018.

ZORPAS, A. A. et al. Household waste compositional analysis variation from insular communities in the framework of waste prevention strategy plans. **Waste Management**, v. 38, p. 3-11, Apr. 2015.

## APÊNDICE A – TABELA RESUMO DA COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Tabela 3 - Composição de resíduos sólidos em percentual de massa em diferentes localidades

(continua)

País	Categorias de resíduos adotadas pelos trabalhos (%)									
FI**a	Orgânicos de cozinha e de jardim	Papéis/cartão	Plásticos	Vidros	Metais	Resíduos perigosos	Outros combustíveis	Resíduos para aterro	Resíduos elétricos/eletrônicos	
	23,9	14,9	21,4	2,5	3,8	0,5	21,4	10,4	1,2	
ES**b	Matéria orgânica	Papel e cartão	Plásticos	Vidro	Metais	Celulose/madeira/têxteis/borracha	Tetrabricks	Baterias/eletrônicos	Resíduos de jardim	Resíduos de construção
	56,26	13,80	10,67	3,28	2,96	9,2	1,18	0,13	1,84	0,69
MEX*c	Orgânico	Papel	Plástico	Metais	Vidro	Outros				
	48	16,1	11,9	2,4	5,6	16				
BD*d	Restos de alimentos/vegetais	Papel	Plástico/borracha	Metal	Vidro/cerâmica	Rochas/terra/diversos	Madeira/grama/folhas	Têxtil	Embalagens	
	62	3	2	9	5	6	3	1	9	
TR**e	Comida e jardim	Papel/cartão	Plásticos	Metais	Vidro	Têxteis	Escória/cinzas	Fraldas	Outros	
	29,8	9,8	7,8	1,6	3,3	1,4	25,7	22,6	18	
ZA**f	Orgânico	Papel	Plásticos	Metais	Vidro	Têxteis/couro/tecidos	Concreto/madeira	Resíduos perigosos	Outros	
	21,28	16,20	22,55	6,65	7,83	6,35	0,20	0,05	18,95	

Tabela 3 - Composição de resíduos sólidos em percentual de massa em diferentes localidades

(continuação)

País	Categorias de resíduos adotadas pelos trabalhos (%)									
BR**g	Matéria Orgânica	Papel/ Papelo	Plástico duro	Plástico mole	PET	Longa vida	Metais	Vidro	Borracha/ Couro/ Tecidos	Rejeitos
	49,4	4,7	3,6	5,9	1,1	0,8	3	2,7	3,6	25,1
CY**h	Restos de alimentos/ frutas/ vegetais	Resíduos verdes/ jardim	Plástico filme	Plásticos não recicláveis	Embalagens (plástico, metal e tetra)	Alumínio	Papel	Vidro	Papéis banheiros/ papéis cozinhas	Outros
	34,24	13,06	4,42	2,26	9,41	0,84	10,56	5,33	11,89	8
BR**i	Restos de alimentos/ restos de jardim	Papéis	Plásticos/ borracha/ isopor	Não combustíveis (vidro, metais e outros)	Têxteis/ couro	Resíduos sanitários/ fraldas				
	38,79	11,12	14,77	15,58	8,94	10,80				
CN**j	Restos alimentos	Papel	Plástico	Metal	Vidro	Diversos	Perigosos	Têxteis	Gramma/ madeira	Borracha/ curo/ cerâmica
	65,7	14,3	8,9	1,5	2,1	1,5	2,2	2,3	0,4	0,5
ARG**k	Resíduos orgânicos	Resíduos de jardim	Papel e cartão	Tetra pack	Plásticos	Vidro	Alumínio e metais ferrosos	Resíduos Especiais	Resíduos sanitários	Têxteis e Resíduos diversos
	53,75	2,67	7,47	0,98	9,81	6,62	1,16	0,77	10,82	5,95
NP**l	Orgânicos	Papel	Plásticos	Metais	Vidro	Borracha e couro	Perigosos	Têxteis	Resíduos construção/ sujeira	Outros resíduos
	46	6	10	5	7	5	1	1	11	8

Tabela 3 - Composição de resíduos sólidos em percentual de massa em diferentes localidades

(conclusão)

País	Categorias de resíduos adotadas pelos trabalhos (%)							
CHN* m	Restos de alimentos	Papel	Plástico	Metais	Vidro	Madeira	Têxteis	Sujeira e detritos
	66,19	9,89	13,17	1,06	3,61	0,60	4,38	1,10
BA*n	Matéria Orgânica	Papel e cartão	Plástico	Metal	Vidro	Outros		
	33	8	14	4	6	22		

Fonte: Adaptado de <sup>a</sup> Carélia do Sul – Finlândia (HORTTANAINEN et al., 2013); <sup>b</sup> Castela e Leão – Espanha (MONTEJO et al., 2011); <sup>c</sup> Chihuahua – México (GOMEZ et al., 2008); <sup>d</sup> Chittagong – Bangladesh (SUJAUDDIN; HUDA; HOQUE, 2008); <sup>e</sup> Gümüşhane - Turquia (NAS; BAYRAM, 2008); <sup>f</sup> Joanesburgo – África do Sul (AYELERU; OKONTA; NTULI, 2018); <sup>g</sup> Jaú – Brasil (REZENDE et al., 2013); <sup>h</sup> Paralimni – Chipre (ZORPAS et al., 2015); <sup>i</sup> Santo André – Brasil (DRUDI et al., 2019); <sup>j</sup> Suzhou – China (GU et al., 2015); <sup>k</sup> Tandil – Argentina (VILLALBA et al., 2020); <sup>l</sup> Tulsipur – Nepal (DANGI; URYNOWICZ; BELBASE, 2013); <sup>m</sup> Xiamen – China (XU et al., 2016); <sup>n</sup> Zavidovići - Bósnia e Herzegovina (VACCARI et al., 2013).

\* RD; \*\* RSU.

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO

Quadro 1 – Questionário socioeconômico a ser aplicado aos moradores do condomínio 1 e do condomínio 2

(continua)

<b>INFORMAÇÕES REFERENTES AOS MORADORES</b>					
Quantidade de pessoas que residem no domicílio	1	2	3	4	5 ou mais
0-5 anos					
5-9 anos					
10-19 anos					
19-35 anos					
35-59 anos					
60 anos ou mais					
Qual é o grau de instrução do chefe da família? Considere como chefe da família a pessoa que contribui com a maior parte da renda do domicílio.					
	Analfabeto ou Fundamental 1 incompleto				
	Fundamental 1 completo ou Fundamental 2 incompleto				
	Fundamental 2 completo				
	Ensino médio incompleto				
	Ensino médio completo				
	Ensino superior incompleto				
	Ensino superior completo				
	Pós-graduação incompleta				
	Pós-graduação completa				
<b>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</b>					
Na sua casa tem animal de estimação?	Não	1	2	3 ou mais	
Cachorro					
Gato					
Outro					
Possui empregado mensalista ou diarista.	Sim		Não		
<b>INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS</b>					
	Não possui	Quantidade que possui no domicílio.			
		1	2	3	4 ou mais
Quantidade de automóveis de passeio exclusivamente para uso particular					
Quantidade de empregados mensalistas, considerando apenas os que trabalham pelo menos cinco dias na semana					
Quantidade de máquinas de lavar roupa, excluindo tanquinho					
Quantidade de banheiros					

Quadro 1 – Questionário socioeconômico a ser aplicado aos moradores do condomínio 1 e do condomínio 2

(conclusão)

	Não possui	Quantidade que possui no domicílio.			
		1	2	3	4 ou mais
Quantidade de DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD e desconsiderando DVD de automóvel					
Quantidade de geladeiras					
Quantidade de freezers independentes ou parte da geladeira duplex					
Quantidade de microcomputadores, considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e desconsiderando tablets, palms ou smartphones					
Quantidade de lavadora de louças					
Quantidade de fornos micro-ondas					
Quantidade de motocicletas, desconsiderando as usadas exclusivamente para uso profissional					
Quantidade de máquinas secadoras de roupas, considerando lava e seca					
Rendimento médio mensal familiar					
	Até 2 salários mínimos				
	Mais de 2 a 5 salários mínimos				
	Mais de 5 a 10 salários mínimos				
	Mais de 10 a 20 salários mínimos				
	Mais de 20				
<b>INFORMAÇÕES REFERENTES AOS RESÍDUOS SÓLIDOS</b>					
Quem realiza manipulação dos resíduos sólidos dentro do seu domicílio com maior frequência?	Morador	Empregado		Ambos	
Você realiza alguma forma de separação do seu resíduo?	Sim		Não		
Se sim, qual a forma?					
Você já pensou sobre os benefícios da segregação dos resíduos sólidos nos domicílios?	Sim		Não		
Você estaria disposto a separar os resíduos em sua casa, caso eles fossem destinados corretamente?	Sim		Não		

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE C – RESULTADOS

Tabela 9 - Resultados da análise descritiva dos dados de composição dos resíduos e da aplicação do Teste Wilcoxon-Mann-Whitney entre os dados de composição dos dois condomínios

	Condomínio 1					Condomínio 2					TMMW
	Mínimo (%)	Máximo (%)	Desvio Padrão (%)	Mediana (%)	Média (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Desvio Padrão (%)	Mediana (%)	Média (%)	
Restos de alimentos	31,10	54,99	7,023	39,05	39,65	39,81	61,99	6,204	50,60	50,81	0,0012
Resíduos de jardim	0,76	13,76	4,978	1,815	4,688	0,00	0,89	0,303	0,01	0,19	4,45x10 <sup>-5</sup>
Tetra pack	0,83	1,81	0,259	1,255	1,250	0,560	1,710	0,311	1,015	1,061	0,119
Papelão	3,980	11,960	2,445	6,335	6,761	2,340	11,450	2,737	5,150	5,792	0,2913
Outros papéis	0,720	10,350	2,732	2,715	3,791	0,690	17,230	4,480	2,035	3,341	0,2657
Vidro	5,060	13,910	2,727	8,745	9,096	0,860	9,130	2,204	3,700	4,053	7,17x10 <sup>-5</sup>
Alumínio	0,190	0,690	0,175	0,475	0,437	0,670	1,850	0,333	1,035	1,136	5,272E-5
Outros metais	0,590	2,020	0,553	0,980	1,170	0,420	1,200	0,206	0,825	0,819	7,17x10 <sup>-5</sup>
PET	0,980	2,380	0,390	1,460	1,573	0,770	1,950	0,339	1,535	1,501	0,9539
Embalagens Rígidas	1,670	3,840	0,632	2,345	2,494	1,850	3,110	0,435	2,670	2,603	0,4527
Outros plásticos	1,790	2,960	0,306	2,335	2,361	1,850	7,370	1,885	3,215	3,975	0,0226
Lâmpadas	0,000	0,220	0,071	0,015	0,049	0,000	0,010	0,003	0,000	0,001	0,0195
Pilhas	0,000	0,720	0,205	0,010	0,071	0,000	0,050	0,014	0,010	0,010	0,7813
Eletrônicos	0,000	0,810	0,279	0,065	0,190	0,000	2,440	0,824	0,100	0,485	0,8392
Remédios e RSS	0,000	0,380	0,127	0,090	0,114	0,000	0,110	0,038	0,010	0,026	0,0278
Isopores	0,200	1,440	0,384	0,390	0,529	0,120	0,750	0,216	0,275	0,358	0,1487
Resíduos Sanitários	5,320	16,410	3,110	12,460	11,880	4,440	14,550	3,294	7,895	8,391	0,0173
Outros	7,250	22,220	5,033	14,095	13,893	8,850	21,920	4,464	14,660	15,450	0,4776

Fonte: Elaborado pela autora.