

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DA GERAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: ESTUDO  
DE CASO NO PLANO PILOTO - DF**

**JANAÍNA DOMINGUES LUIZARI**

**ORIENTADOR: FRANCISCO JAVIER CONTRERAS PINEDA**

**COORIENTADOR: PAULO CELSO DOS REIS GOMES**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2  
EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**BRASÍLIA / DF: JULHO / 2019**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DA GERAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS  
SÓLIDOS DOMICILIARES: ESTUDO DE CASO NO PLANO  
PILOTO - DF**

**JANAÍNA DOMINGUES LUIZARI**

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

**APROVADA POR:**

---

**Francisco Javier Contreras Pineda, PhD (ENC-UnB)**  
**(ORIENTADOR)**

---

**Ricardo Tezini Minoti, Doutor (ENC-UnB)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**Tupac Borges Petrillo, Geógrafo (EMATER/DF)**  
**(EXAMINADOR EXTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, 11 de JULHO de 2019.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

LUIZARI, JANAÍNA

ANÁLISE DA GERAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: ESTUDO DE CASO NO PLANO PILOTO - DF

xiii, 87 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2019)

Monografia de Projeto Final – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Resíduos Sólidos Domiciliares | 2. Aplicação de Questionários |
| 3. Composição Gravimétrica       | 4. Análise Multivariada       |
| I. ENC/FT/UnB                    | II. Título (série)            |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LUIZARI, J. D. 2019. *ANÁLISE DA GERAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: ESTUDO DE CASO NO PLANO PILOTO - DF*. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 100 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DA AUTORA: Janaína Domingues Luizari

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Análise da geração e composição dos resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso no Plano Piloto - DF.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2019

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Janaína D. Luizari  
[janaina.luizari@gmail.com](mailto:janaina.luizari@gmail.com)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me guiar, dar forças, e principalmente por cruzar meu caminho ao de pessoas muito especiais que fizeram toda a diferença para a realização desse trabalho.

À minha família, meus pais e minha irmã, por me darem estrutura e todo o suporte que permitiu a realização de mais uma etapa importante na minha vida. Obrigada pela paciência, assistência, presença e carinho em todos os momentos, sem vocês não conseguiria jamais.

Ao meu namorado, Rodrigo, por ser tão parceiro, amigo e estar ao meu lado dando força e motivação todo o tempo. Aprendo e cresço muito ao seu lado.

Ao meu orientador, Prof<sup>o</sup> Francisco Contreras, pela orientação, disposição e apoio na execução do projeto e fase final da graduação. Ao Prof<sup>o</sup> Paulo Celso, coorientador, pela parceria no projeto e orientações. Ao Prof<sup>o</sup> Humberto Ângelo, por toda assistência e disposição em contribuir para o desenrolar do projeto. E à Prof<sup>a</sup> Kátia Luizari, pela ajuda na análise gravimétrica, apoio motivacional e conselhos especiais.

À equipe do Serviço de Limpeza Urbana de Brasília, pelas contribuições e aprendizados ao longo do período de estágio e execução deste trabalho. Além de ser responsável pelo encontro com a equipe da Prefeitura da 113 Sul, especialmente com a prefeita Raquel, que aceitou de prontidão participar da pesquisa. Com uma equipe extremamente dedicada, a quadra foi pioneira em um projeto incrível e importante para Brasília, tornando-se a primeira superquadra lixo zero. Fica registrada minha enorme admiração por vocês.

Gratidão aos moradores que participaram, aos síndicos(as) e subsíndica pela participação e paciência com o estudo. Enfatizando, aos porteiros(as) e funcionários(as) da limpeza dos condomínios, sem a gentileza, assessoria e colaboração de todos este projeto seria impossível.

À Engenheira Cristina Mendes, por compartilhar sua experiência em análises gravimétricas e me dar um norte no projeto. Gratidão aos alunos do ESA - UnB, de graduação e mestrado, por toda a ajuda e apoio na realização das análises gravimétricas e compartilhamento de conhecimento.

Gratidão à Universidade de Brasília (UnB), especialmente ao curso de Engenharia Ambiental, por todo aprendizado e amadurecimento nos últimos anos. Especialmente aos professores por toda dedicação à qualidade do ensino. E às amigadas que ganhei ao longo da vida e da graduação.

## RESUMO

Devido às modificações do padrão de consumo e às variações no crescimento populacional, tem-se obtido um aumento da geração de resíduos sólidos urbanos e uma alteração de sua composição. Diante deste cenário, este estudo apresenta um levantamento da caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares (RSD), por meio de 12 amostras, realizadas em quatro condomínios verticais, total de 156 apartamentos, da SQS 113, Brasília-DF. Os condomínios analisados foram definidos a partir do perfil e distribuição etária dos moradores, destacando-se a parcela de pessoas com 60 anos ou mais. O estudo teve como base metodológica o emprego de análises gravimétricas e aplicação de questionários. Os resultados obtidos foram submetidos às seguintes análises estatísticas: análise descritiva, análise de variância (Anova), análise de correlação, análise fatorial de componentes principais (ACP) e análise de clusters (AC). Dos resultados obtidos, verificou-se que o percentual de matéria orgânica representa 54% do peso per capita, seguido de rejeitos (12%) e fraldas (8%), dentro de um total de 0,995 kg/hab.dia. A partir da análise de componentes principais conclui-se que os resíduos de matéria orgânica, rejeito, banheiro, fraldas e isopor, representam 29,14% da variância total dos RSD. Além disso, é possível obter 92,35% da variância total com seis componentes principais. A análise de clusters apresentou um resultado de quatro clusters, onde um deles inclui as categorias de fraldas, banheiro, rejeitos, isopor, metais, plásticos, papel e papelão, apresentando a menor distância euclidiana e maior aglomeração, representando um norte para a atuação da gestão de RSD na área de estudo.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Domiciliares; Composição Gravimétrica; Aplicação de Questionários; Análise Multivariada.

## ABSTRACT

Due to changes in consumption patterns and variations in population growth, there has been an increase in the generation of solid waste in urban areas and a change in its composition. Considering this scenario, this study presents a survey of the physical characterization of solid household waste, using 12 samples, carried out in four vertical condominiums, total of 156 apartments, of the neighborhood located on SQS 113, Brasília-DF. The condominiums analyzed were defined based on the age profile and distribution of the residents, standing out the proportion of people aged 60 years or more. The study was based on the use of gravimetric analysis and the application of questionnaires. The results were submitted to the following statistical analyzes: descriptive analysis, analysis of variance (Anova), correlation analysis, factorial analysis of principles components (PCA) and cluster analysis (CA). From the results obtained, it was verified that the percentage of organic matter represents 54% of the per capita weight, followed by tailings (12%) and diapers (8%), within a total of 0,995 kg / hab.day. From the analysis of principles components, it was concluded that the residues of organic matter, tailings, bathroom, diapers and styrofoam represent 29.14% of the total RSD variance. In addition, it is possible to obtain 92.35% of the total variance with six principles components. The clusters analysis (CA) presented a result of four clusters, one of which includes the categories of diapers, bathroom, tailings, Styrofoam, metals, plastics, paper and cardboard, presenting the smallest Euclidean distance and largest agglomeration, representing a north to the performance of Household Solid Waste (HSW) management in the study area.

Keywords: Household Solid Waste; Gravimetric Composition; Survey; Multivariate Analysis.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS DA PESQUISA</b> .....	<b>4</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>5</b>
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÕES .....	5
3.2 ASPECTOS LEGAIS ASSOCIADOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ....	9
3.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	11
3.3.1 Geração.....	12
3.3.2 Acondicionamento.....	12
3.3.3 Coleta e Transporte .....	13
3.3.4 Tratamento e Transbordo .....	14
3.3.5 Disposição final .....	15
3.4 CRESCIMENTO POPULACIONAL, REFLEXÕES SOBRE CONSUMO E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	17
3.5 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	24
3.6 LEVANTAMENTO DE CARACTERÍSTICAS E PERFIL DA POPULAÇÃO.....	26
3.7 TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA .....	28
3.7.1 Análise Descritiva das Variáveis.....	28
3.7.2 Análise da Variância (Anova) .....	28
3.7.3 Análise da Matriz de Correlação .....	29
3.7.4 Análise Fatorial em Componentes Principais .....	29
3.7.5 Análise de Conglomerados ou <i>Clusters</i> .....	30
3.8 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO DF .....	30
3.9 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DO PLANO PILOTO .....	37
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>

4.1	ÁREA DE ESTUDO .....	39
4.2	AMOSTRA E VARIÁVEIS.....	41
4.3	COLETA DE DADOS .....	43
4.3.1	Análise Gravimétrica.....	43
4.3.2	Aplicação de Questionário .....	46
4.4	ANÁLISE DE DADOS .....	48
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
5.1	CARACTERÍSTICAS DOS CONDOMÍNIOS .....	49
5.2	COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES 52	
5.3	FATORES DETERMINANTES NA COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES .....	57
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>63</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>66</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Composição dos resíduos sólidos das diferentes regiões do globo, em porcentagem (CEMPRE, 2018 adaptado de Banco Mundial, 2012). .....	8
Tabela 3.2 - Dados de geração de resíduos sólidos municipais por regiões do globo (CEMPRE, 2018 adaptado de Banco Mundial, 2012). .....	20
Tabela 3.3 - Resultados em porcentagem para composição gravimétrica dos resíduos da coleta convencional para as 16 RA's (Silva, 2017a adaptado de SLU, 2016). .....	35
Tabela 3.4 - Resultados em porcentagem para composição gravimétrica dos resíduos da coleta seletiva para as 16 RA's (Silva, 2017a adaptado de SLU, 2016). .....	35
Tabela 3.5 - Geração, projeção da população para 2015, geração per capita e participação na geração de RSU de cada RA (Silva, 2017 adaptado de Jucá, 2015). .....	36
Tabela 5.1 – Informações levantadas com a aplicação de questionários pelo método Delphi. ....	49
Tabela 5.2 – Número estimado de moradores, por grupo etário de cada condomínio. ....	51
Tabela 5.3 – Análise descritiva dos dados de densidade (kg/m <sup>3</sup> ). .....	58
Tabela 5.4 – Análise de variância (Anova). .....	58
Tabela 5.5 – Matriz de correlação entre os dados de densidade de cada categoria de RSD. ...	59
Tabela 5.6 – Análise de componentes principais das categorias de RSD em função dos dados de densidade .....	60

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 - Hipóteses por Campos (2012) para o aumento da geração per capita de resíduos sólidos. ....	22
Quadro 4.1 – Categorias e subcategorias escolhidas para separação dos RSD analisados. ....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 - Composição dos resíduos domiciliares no Brasil, porcentagem do peso (CEMPRE, 2018 adaptado do IPEA, 2010 in CEMPRE, 2014 “Guia da Coleta Seletiva do Lixo”). .....	9
Figura 3.2 - Priorização para destinação de resíduos sólidos (Silva, 2017, adaptado de UNEP, 2010).....	16
Figura 3.3 - Estrutura relativa da população, por sexo e idade Brasil - 1940/2050 (Simões, 2016 apud IBGE, Censo Demográfico 1940/2010 e Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 2000-2060).....	18
Figura 3.4 - Distribuição percentual da população residente, segundo os grupos de idade Brasil - 1940/2050 (Simões, 2016 apud IBGE, Censo Demográfico 1940/2000 e Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 2000-2060).....	19
Figura 3.5 – Fluxograma indicando o caminho percorrido pelos resíduos domiciliares coletados pelo SLU em todo o Distrito Federal no ano de 2018 (SLU, 2018).....	34
Figura 4.1 – Fluxograma com etapas da metodologia utilizada no estudo. ....	39
Figura 4.2 – Área de estudo, bairro Asa Sul – DF. ....	40
Figura 4.3 – Foto demonstrativa de como foi realizada a análise gravimétrica. ....	44
Figura 4.4 – Foto demonstrativa de como eram condicionados os resíduos ao longo da análise gravimétrica. ....	45
Figura 5.1 – Relação do número de funcionários por morador, para cada condomínio. ....	50
Figura 5.2 – Distribuição, aproximada, da idade dos moradores nos condomínios.....	50
Figura 5.3 – Resultados da quarta pergunta dos questionários, com indicativo de renda média dos domicílios. ....	51
Figura 5.4 - Comparativo da geração per capita de RSD por condomínio. ....	52
Figura 5.5 – Gráfico indicativo do comportamento dos moradores quanto ao perfil de refeições. ....	53
Figura 5.6 – Composição gravimétrica per capita dos moradores dos quatro condomínios analisados. ....	54
Figura 5.7 – Exemplos de resíduos de saúde considerados durante o estudo. ....	55
Figura 5.8 – Geração per capita de matéria orgânica, banheiro, fraldas e rejeito observada em cada condomínio.....	56
Figura 5.9 – Foto demonstrativa da dificuldade em se determinar o volume de algumas categorias.....	57

Figura 5.10 – Exemplo de como ocorre o acondicionamento de todos os vidros descartados pelos moradores do prédio, até que a empresa responsável realize a coleta. .... 57

Figura 5.11 – Dendograma, representação gráfica do método de conglomerados hierárquicos. .... 62

## **LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

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

ACJ - Aterro Controlado do Jóquei

ACs - Associações de Catadores

ASB - Aterro Sanitário de Brasília

CC - Coleta Convencional

CCS - Central de Coleta Seletiva

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem

CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal

CS - Coleta Seletiva

DF - Distrito Federal

GEE - Gases de Efeito Estufa

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IRR - Instalações de Recuperação de Resíduos

LEV - Locais de Entrega Voluntária

NBR - Norma Brasileira Aprovada pela ABNT

PDAD - Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios

PDGIRS - Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PDRS - Política Distrital de Resíduos Sólidos

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEBD – Polietileno de Baixa Densidade

PET – Polietileno Tereftalato

PEV - Pontos de Entrega Voluntária

PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB - Política Nacional de Saneamento Básico

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

PVC – Policloreto de Vinil

RA - Região Administrativa

RCC - Resíduos de Construção Civil

RLU - Resíduos de Limpeza Urbana

RI - Resíduos Industriais

RS - Resíduos Sólidos

RSD - Resíduos Sólidos Domiciliares

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SLU - Serviço de Limpeza Urbana

SM - Salário Mínimo

TMGCA - Taxa Média Geométrica de Crescimento Anual

URE - Unidade de Recebimento de Entulho

UTMB - Usinas Tratamento Mecânico Biológico

# 1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que as atividades humanas modernas produzem resíduos não degradáveis, em grande volume, e tais taxas de geração só fazem aumentar com a expansão populacional, o consumo excessivo e a produção desenfreada das indústrias, gerando o crescimento econômico. Estudos recentes indicam que a quantidade de resíduos acumulados nas regiões metropolitanas reflete o desequilíbrio do desenvolvimento socioeconômico e da desordenada urbanização, tendo-se tais produtos transformados em resíduos descartados, num grave sintoma de perdas de recursos diversos, insumos e de energia, à custos imensuráveis às sociedades (GHINEA et al., 2016).

As complicações ambientais decorrentes da geração, descarte, coleta e processamento de resíduos, incluindo as emissões de gases no ar, solo e água contaminados, têm diferentes impactos na saúde humana e no meio ambiente. O gerenciamento efetivo dos resíduos sólidos (RS) tornou-se ambiental, econômica e socialmente obrigatório às instâncias governamentais e à sociedade, devido à escalada dos problemas decorrentes da geração crescente, manejo por processos ainda ultrapassados e pouco eficientes, baixos índices de reuso e de resultados não efetivos com as ações de reciclagem, num gerenciamento ainda ineficaz dos resíduos sólidos.

O conhecimento sobre a evolução da geração dos resíduos é relevante não somente para o cumprimento das legislações, como também para uma análise prospectiva, para o planejamento das atividades de manejo, gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos (CAMPOS, 2012).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, enfatiza aos governos estaduais e federal a adoção de ações urgentes e eficazes que objetivem, com prioridade, a redução da geração de resíduos sólidos, e garantam o correto manejo, o tratamento através da reciclagem e da compostagem, além da possível destinação adequada dos resíduos descartados, não recicláveis, mas, economicamente viáveis.

Essa política traz conceitos pouco debatidos até então no país, porém, já praticados em alguns países que apresentaram melhorias positivas no sistema de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos. A exemplo dos conceitos de responsabilidade compartilhada, com princípios importantes como a logística reversa e conhecimento do ciclo de vida dos produtos, e o conceito de controle social, que exige uma definição de conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos (JARDIM et al., 2012).

Dentre a abrangência dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), os Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) distinguem-se por sua considerável parcela no total de resíduos gerados nas cidades, pela complexidade de sua composição e particularidades no sistema de gerenciamento. O perfil desses resíduos é determinado por diversos fatores que influenciam o comportamento de consumo, geração e descarte de resíduos pela população, estudos demonstram que fatores como renda, nível de escolaridade, idade e número de indivíduos nos domicílios, além da estrutura e composição familiar, rotina de trabalho, hábitos e costumes variados.

O estudo de Contreras *et al.* (2010) apresenta uma análise das mudanças da composição dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Yokohama, no Japão, a partir das mudanças da distribuição populacional e seu respectivo crescimento, com o aumento da parcela de idosos. Foi observado que a geração *per capita* nos domicílios apresentará no futuro uma diminuição, porém com alto teor orgânico e de umidade.

No entanto, o estudo de Harley Silva, a partir da análise de componentes principais, avaliou a correlação de fatores sociodemográficos e socioeconômicos entre a composição e geração dos RSD. Os resultados comprovaram a hipótese de que diferenciais demográficos em termos de estrutura etária e domiciliar, assim como renda e escolaridade, são fatores co-determinantes da quantidade e composição dos resíduos domiciliares (SILVA, 2008).

As estruturas da distribuição etária da população têm apresentado forte tendência de inversão, ou seja, a diminuição do contingente de crianças e adolescentes e o aumento constante da população idosa. Reflexos da era de modernização vivenciada nos últimos anos, considerando-se as mudanças nos níveis de fecundidade, redução contínua do número de nascimentos, com reflexos diretos nos padrões demográficos e estruturas das famílias (SIMÕES, 2016).

Estimativas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) determinaram que em 2018, 6,90% da população do DF era composta por pessoas com 65 anos ou mais, já em 2060 estima-se que esse valor aumentará para 26,10% (2019).

Do ponto de vista da geração de resíduos sólidos domiciliares, o Relatório de Atividades de 2018, divulgado pelo Sistema de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU-DF), apresenta dados que ao serem analisados demonstram que os RSD coletados em todo o DF representam 64,56% do montante total (SLU, 2018). Valor, este, superior ao obtido pelos estudos de Jucá, que afirma que em 2015 a maior parcela de resíduo gerado no DF foi derivada dos resíduos domiciliares, com cerca de 56% (JUCÁ, 2016). Diferença fundamentada pela aprovação do

Decreto Nº 37.568/2016, que determina que a coleta e transporte dos resíduos indiferenciados e orgânicos gerados pelos definidos grandes geradores, cujo volume diário de 120 litros ou mais, sejam geridos mediante serviço próprio ou contratação de empresas previamente cadastradas no SLU (DISTRITO FEDERAL, 2016).

Justifica-se, dessa forma, a proposta do trabalho de investigar se os diferentes fatores demográficos, em particular a estrutura etária, em conjunto com o fator socioeconômico renda média domiciliar, expressam uma geração e composição dos resíduos domiciliares diferenciada, no bairro da Asa Sul no Plano Piloto.

O presente trabalho foi dividido em seis capítulos. O primeiro consiste na introdução ao tema e explanação da estrutura adotada, o segundo capítulo define os objetivos gerais e específicos da realização deste projeto. O terceiro capítulo apresenta a fundamentação teórica, com a contextualização dos itens fundamentais para a compreensão do tema e da metodologia utilizada, que, por sua vez, é definida no capítulo quatro. O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos e discute em torno deles. Já o capítulo seis apresenta as conclusões e recomendações a partir de tudo o que foi visto no estudo.



## **2. OBJETIVOS DA PESQUISA**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo analisar as variações na composição e geração de resíduos sólidos domiciliares através do estudo de uma área específica do Plano Piloto - DF.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar a composição dos resíduos sólidos domiciliares gerados por população com alta taxa de idosos;
- Estimar a relação entre as categorias dos resíduos sólidos domiciliares;
- Diagnosticar os fatores que caracterizam os resíduos sólidos domiciliares do estudo de caso no Plano Piloto;
- Identificar os principais grupos (clusters) que compõem os resíduos sólidos domiciliares da área de estudo;
- Investigar qualitativamente as variáveis sociodemográficas e socioeconômicas que interfiram na geração dos resíduos domiciliares na Asa Sul.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

É imprescindível que seja feita uma ambientação do assunto, buscando na literatura embasamento e justificativas para os argumentos utilizados referentes ao tema dos resíduos sólidos. Assim, este capítulo pretende conceituar o tema resíduos sólidos domiciliares, relacionar a legislação envolvida, o sistema de gerenciamento comumente praticado, apresentar reflexões sobre fatores intervenientes em sua geração nos domicílios, além da atual situação de ações públicas desenvolvidas no Distrito Federal e no Brasil.

#### **3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÕES**

Como afirma Barros (2012), é comum referir-se como lixo ao que não se tem mais utilidade ou atratividade e deseja-se descartar. Este conceito costuma estar mais associado aos rejeitos produzidos em casa ou nos locais de trabalho, de lazer ou públicos, porém existe uma definição muito mais abrangente e ampla. A expressão “resíduos sólidos” engloba o lixo domiciliar e comercial, além dos resíduos industriais, dos rejeitos de mineração, de dragagem, entre diversas outras atividades que geram resíduos, conforme a definição da norma brasileira NBR 10004, de 2004 (ABNT, 2004):

aqueles nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.

Ao utilizar os termos lixo ou dejetos intui-se que estes materiais devem ser descartados, eliminados ou destinados à disposição final, mesmo que sejam susceptíveis de aproveitamento ou de valorização, diferente do que o termo resíduo propõe (BARROS, 2012). Assim, a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), no inciso XVI de seu artigo 3º, amplia a definição apresentada na NBR nº 10.004/2004 centrando a preocupação na etapa de disposição final, como:

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

No inciso XV, do artigo 3º, a PNRS define como rejeitos:

os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Portanto, a lei atribui valor aos resíduos sólidos, em termos de matéria e de energia, sugerindo seu máximo aproveitamento antes da disposição final, comportamento já apresentado na legislação de outros países mais desenvolvidos. Como por exemplo, a Diretiva 75/442/CEE do Conselho da União Europeia de julho de 1975 (EUROPA, 1975 *apud* JURAS, 2012), relativa a resíduos em geral, determinava que os Estados-membros adotassem as medidas necessárias para promover a prevenção, a reciclagem e a transformação dos resíduos, a obtenção a partir destes de matérias-primas e eventualmente de energia, assim como qualquer outro método que permita a reutilização dos resíduos. Além disso, os Estados-membros deveriam garantir que os resíduos fossem aproveitados ou eliminados sem pôr em perigo a saúde humana e sem utilizar processos ou métodos que possam agredir o meio ambiente.

Foi aprovada em 2000, no Japão, uma lei (*The Basic Act for Establishing a Sound Material-Cycle Society*) com o objetivo de implementar, na população, o hábito de considerar o ciclo da matéria, ou seja, considerar todo o ciclo de vida de um produto ou serviço. O programa, de âmbito nacional, estabelece a seguinte ordem de prioridade sempre que ambientalmente adequado e economicamente viável: redução na fonte ou não geração de resíduos, reutilização, reciclagem, recuperação de energia, disposição final adequada, além de incluir o princípio da responsabilidade estendida ao produtor (JURAS, 2012).

Assim como diferentes conceitos, também, são encontrados diferentes classificações, tendo em vista a flexibilidade existente de acordo com os objetivos desejados (FRANCO, 2012). A mesma norma, NBR 10004 de 2004 (ABNT, 2004), classifica os resíduos sólidos em três classes:

Classe I – perigosos: são aqueles em que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ou ainda os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos.

Classe II A – não-inertes: são aqueles que não se enquadram na classe I e que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água.

Classe II B – inertes: são aqueles que, ensaiados segundo o teste de solubilização apresentado pela NBR 10006/2004, não apresentam qualquer de seus constituintes

solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando os padrões de cor, turbidez, sabor e aspecto (ABNT, 2004).

A classificação envolve: a identificação do tipo de processo que lhe deu origem, a segregação do resíduo na fonte geradora, a identificação de sua origem tanto dentro do processo produtivo como no pós-consumo, e conhecer todos os seus constituintes, ou seja, conhecer tudo que compõe o resíduo. Assim, os resíduos sólidos são classificados de acordo com sua origem, tipo de resíduo e composição química e periculosidade. Essa classificação é de extrema importância para que seja feito o correto gerenciamento do resíduo sólido e a minimização dos impactos gerados por estes à sociedade e ao meio ambiente (SILVA; MATOS; FISCILETTI, 2017).

A PNRS classifica os resíduos sólidos quanto à sua origem em dez diferentes categorias, dentre elas destaca-se a categoria de resíduos sólidos urbanos (RSU) que engloba as categorias de resíduos sólidos domiciliares (RSD) e resíduos de limpeza urbana (RLU). O primeiro refere-se aos resíduos originários de atividades domésticas em residências urbanas, já o segundo refere-se aos resíduos originários de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

O conhecimento de um resíduo permite que seja dado um encaminhamento adequado, viável em termos econômicos e compatível em termos ambientais, auxiliando os serviços de coleta, tratamento, destinação e disposição final. A inexistência de uma padronização origina dificuldades de comparação ou ordenação. As classificações mudam com o tempo, podem ser complementares ou excludentes, sendo empregadas segundo a conveniência de cada finalidade. Suas definições devem ser extremamente claras devido implicações legais existentes (BARROS, 2012).

Outra classificação existente, também presente no livro de Barros (2012), e bastante utilizada no sistema de gerenciamento de RSU para o direcionamento dos tipos de tratamento adequados, é segundo o grau de biodegradabilidade, onde os resíduos são classificados como de:

- a) Fácil degradação: matérias orgânicas que se decompõem rapidamente, consumindo oxigênio e produzindo odores desagradáveis;
- b) Moderada degradação: papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- c) Difícil degradação: trapos, couro, borracha e madeira, degradam muito lentamente e se acumulam no meio ambiente;

- d) Não degradável: materiais recalcitrantes como entulhos, principalmente restos de argamassas, areia, vidros, metal, plástico, pedras, terra, *etc.*

Em relação aos RSD, é importante conhecer sua composição física padrão, de acordo com as características do local, para dimensionar e planejar da melhor maneira o sistema de manejo de RSU. A composição física é obtida por análise gravimétrica, ou seja, são determinados os percentuais dos tipos de materiais mais comuns presentes em uma amostra. Os resíduos sólidos domiciliares, geralmente, apresentam quantidades variadas dos seguintes materiais: resíduos de alimentos, papel, papelão, plásticos, têxteis, couro, resíduos de jardim, madeira, vidro, metais, cinzas, resíduos especiais (por exemplo, itens volumosos, eletrodomésticos, baterias, óleo, pneus) e resíduos domésticos perigosos (por exemplo, tintas, aerossóis, tanques de gás, resíduos contendo mercúrio, óleo de motor, agentes de limpeza), resíduos eletrônicos (por exemplo, computadores, telefones, TVs) (WORLD BANK, 2012).

A Tabela 3.1 apresenta dados, em porcentagem, da composição dos RS nas diferentes regiões do globo, e a Figura 3.1 apresenta, a porcentagem em peso, da composição dos RSD do Brasil. Observa-se que a parcela de resíduos orgânicos propende a ser maior em quase todos os países, o que reforça a importância de ser determinada e conhecida, para uma melhor gestão do tratamento desses resíduos. A definição desses resíduos possibilita o aumento do índice de material compostado, a reutilização do material para outros fins e a diminuição do montante destinado aos aterros sanitários, prolongando assim, a vida útil desses locais.

*Tabela 3.1 - Composição dos resíduos sólidos das diferentes regiões do globo, em porcentagem (CEMPRE, 2018 adaptado de Banco Mundial, 2012).*

Região	Orgânicos	Papéis	Plásticos	Vidros	Metais	Outros
África Centro-Meridional	57	9	13	4	4	13
Ásia Oriental e Pacífico	62	10	13	3	2	10
Europa e Ásia Central	47	14	8	7	5	19
América Latina e Caribe	54	16	12	4	2	12
Oriente Médio e África Setentrional	61	14	9	3	3	10
OCDE (Europa Ocidental, América do Norte, Oceania, Japão/Korea)*	27	32	11	7	6	17
Ásia Meridional	50	4	7	1	1	37
<b>Global</b>	<b>46</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>18</b>

\* OCDE (Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico, 29 países mais desenvolvidos)

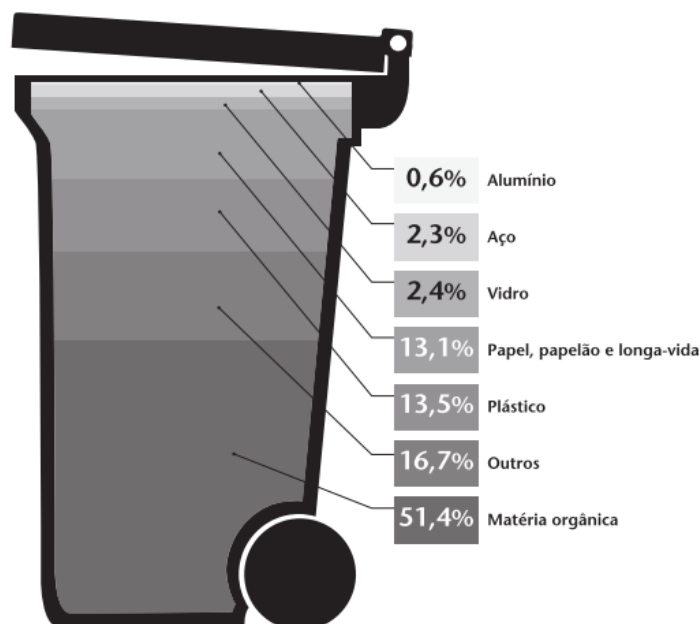


Figura 3.1 - Composição dos resíduos domiciliares no Brasil, porcentagem do peso (CEMPRE, 2018 adaptado do IPEA, 2010 in CEMPRE, 2014 “Guia da Coleta Seletiva do Lixo”).

### 3.2 ASPECTOS LEGAIS ASSOCIADOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A área de resíduos sólidos começou a ser tratada de forma especial somente após a promulgação da Constituição Federal de 1988. Esta tornou os municípios entes federativos autônomos, dotados de competências próprias, independência administrativa, legislativa e financeira (SILVA; MATOS; FISCILETTI, 2017). Portanto, tornaram-se detentores da titularidade dos serviços de limpeza urbana e de toda a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos conforme estabelecido no art. 30, incisos I, II e V.

Até meados de 1990, a preocupação do poder público com o gerenciamento dos resíduos sólidos se resumia a operar o sistema de limpeza urbana, promovendo varrição, coleta, transporte e disposição final dos resíduos, sem preocupação efetiva quanto aos aspectos de remuneração dos serviços, de aplicação de indicadores de eficiência dos serviços prestados e à integração dos diversos tipos de resíduos gerados, além do fator ambiental que pouco se levava em conta. Essa realidade ainda se repete em muitos lugares, tanto no Brasil como em outros países, denotando um despreparo técnico ambiental na condução de tais questões (JARDIM *et al.*, 2012).

Através da Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) foi instituída estabelecendo várias definições, dentre elas, os conceitos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como sendo um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do resíduo

doméstico e do resíduo originário de varrição e limpeza de logradouros e vias públicas, ou seja, o conjunto de resíduos sólidos urbanos (SILVA; MATOS; FISCILETTI, 2017).

A PNSB prevê a elaboração do plano de saneamento básico e integração com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNIS). Para que ocorra essa integração, é indicado coletar dados sobre a prestação dos serviços públicos de saneamento básico, disponibilizar informações relevantes para caracterização da demanda e da oferta, além de garantir informações à sociedade para possibilitar sua participação nos processos de formulação, implementação, avaliação e monitoramento das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos em todas as regiões do país (FRANCO, 2012).

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta foi aprovada após mais de vinte anos de discussão no Congresso Nacional e preenche importante falha na legislação ambiental brasileira (JURAS, 2012). Alguns pontos e conceitos, relacionados ao manejo de resíduos sólidos urbanos, ou resíduos sólidos municipais, merecem destaque:

A PNRS destacou, de forma específica, os conceitos de gestão integrada de resíduos sólidos e gerenciamento de resíduos sólidos. O primeiro termo, gestão, abrange as atividades referentes às tomadas de decisões, e busca de soluções, estratégicas com relação à organização do setor, envolvendo política, economia, instrumentos e boas práticas ambientais. Já o termo gerenciamento, refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho. Ou seja, conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente em todas as etapas do manejo de resíduos sólidos de zona urbana e rural (LIMA, 2004 apud FRANCO, 2012).

São instrumentos da lei os planos de resíduos sólidos: o Plano Nacional de Resíduos Sólidos; os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos; os Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos; os Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos; os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Estes objetivam, principalmente, o diagnóstico e prognóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, incluindo a caracterização dos mesmos para melhor eficiência do sistema de manejo.

O instrumento de cooperação entre o setor público e o privado relaciona-se, também, ao conceito de responsabilidade compartilhada e inclui pontos importantes, como os princípios de

logística reversa e conhecimento do ciclo de vida dos produtos, que estimula o reaproveitamento dos resíduos ao prever o retorno dos produtos já utilizados para um novo ciclo produtivo, sendo responsabilidade da empresa geradora do produto garantir a correta disposição final do material, e a disponibilidade do máximo de informações a respeito do produto para que os consumidores façam escolhas com menor impacto ao meio ambiente.

Para uma boa eficiência do princípio de logística reversa é necessária a participação da sociedade nos programas de descarte e recolhimento do material separado, ocorrendo somente se houverem bons programas informativos de educação ambiental que estimulem a participação. No Brasil, é possível encontrar parte da aplicação deste princípio no tratamento dos resíduos perigosos, como resíduos de agrotóxicos, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e eletrônicos (CEMPRE, 2018).

A base da gestão de resíduos sólidos no Distrito Federal é definida pela Política Distrital de Resíduos Sólidos (PDRS), instituída pela Lei Distrital nº 5.418 de 24 de novembro de 2014, em consonância à PNRS, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre os procedimentos, as normas e os critérios referentes ao gerenciamento dos RSU no território do DF, visando a minimização de seus impactos ambientais. Importante instrumento previsto pela lei, é a elaboração do Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PDGIRS) (GDF, 2018).

O mesmo foi instituído em março de 2018 e trata-se do primeiro planejamento desta natureza com horizonte, através de cenários futuros, de atuação de vinte anos e revisões a cada quatro anos. O PDGIRS aborda, a partir de um completo diagnóstico setorial, proposições para atendimento a metas visando o enquadramento dos requisitos legais presentes, a universalização dos serviços e a melhoria da qualidade, observadas as condições técnico-operacionais, ambientais, sociais e econômico-financeiras, ou seja, tem o objetivo de nortear os investimentos futuros e auxiliar nas políticas de gestão dos resíduos sólidos do DF baseando-se nos princípios fundamentais da PNRS e nas prováveis mudanças futuras da geração de RSU, através da análise de diferentes cenários (GDF, 2018).

### **3.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

A partir de critérios sanitários, ambientais e econômicos, a administração de um local desenvolve o gerenciamento integrado e manejo dos resíduos sólidos urbanos, sendo este o



conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento (CEMPRE, 2018). Gerenciar os resíduos de forma integrada significa:

- limpar o município por meio de um sistema de coleta e transporte adequado e tratar os resíduos utilizando tecnologias compatíveis à realidade local;
- ter consciência de que todas as ações e operações envolvidas no gerenciamento estão interligadas, influenciando umas às outras;
- garantir destino ambientalmente correto e seguro para os resíduos;
- conceber modelo de gerenciamento apropriado para o município, considerando o perfil específico de geração naquele local nas diferentes épocas e considerando as mudanças existentes.

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos é composto das seguintes etapas:

### 3.3.1 Geração

É a primeira etapa da qual é importante obter dados das características e quantidade do material descartado específicos do município, haja vista os diversos fatores que afetam sua caracterização e aumento de geração e interferem no planejamento das etapas seguintes. Assuntos estes que serão aprofundados nos tópicos 3.4 e 3.5.

### 3.3.2 Acondicionamento

Os resíduos gerados pela população precisam ser armazenados em recipientes de maneira salubre até que sejam coletados pela coleta municipal. Essa etapa é fundamental para a eficiência e manutenção do serviço de coleta, pois evita a proliferação de vetores, minimiza o impacto visual e olfativo e, ainda, facilita a operação (SANTOS, 2017).

No caso de existirem programas de coleta seletiva, os resíduos recicláveis devem ser armazenados de forma diferenciada do sistema de coleta de resíduo comum, ou convencional. A forma de acondicionamento dos resíduos deve ser compatível com o modelo do veículo que será utilizado para a coleta e também deve estar de acordo com a região de coleta, visto que dependendo do tipo de habitação e das características de cada local, um tipo diferente de acondicionamento se torna mais apropriado, o que é proposto pela gestão integrada de resíduos.

As formas de acondicionamento e coleta mais utilizadas são: porta a porta e ponto a ponto. A primeira é mais comum em áreas verticalizadas ou de alta densidade populacional, nela o serviço de coleta passa em dias e horários pré-determinados indicando que a população deve

dispor seus resíduos, embalados em sacos plásticos, na porta para a coleta. Já o último, baseia-se na definição de pontos próximos às localidades para o cidadão depositar seus resíduos em contêineres e serem, posteriormente, recolhidos. A coleta seletiva pode ocorrer tanto para porta-a-porta e contêiner estacionário, como em pontos de entrega voluntária (PEV). São etapas que necessitam do apoio da população seja para depositar os resíduos nos horários e dias corretos, seja para levar seus resíduos até os contêineres (BARROS, 2012).

### 3.3.3 Coleta e Transporte

O planejamento do transporte se faz inicialmente rota por rota. É necessário conhecer os seguintes elementos para o planejamento do transporte: fluxos nas diversas ligações da rede, nível de serviço atual, nível de serviço desejado, características ou parâmetros sobre a carga, e tipos de equipamento disponíveis e suas características (capacidade, fabricante, etc). É fundamental considerar fatores topográficos da cidade, o estado de pavimentação, calçamento de ruas, zonas de ocupação, adensamento populacional, padrões de consumo para que a coleta seja efetiva (CEMPRE, 2018).

No que se refere a forma de acondicionamento dos resíduos, esta deve ser compatível com o modelo do veículo que será utilizado para a coleta e também deve estar de acordo com a região de coleta, visto que dependendo do tipo de habitação e das características de cada local às características ou parâmetros de carga, os principais elementos a considerar são: peso e volume, densidade média, dimensões da carga, dimensões do veículo, nível de periculosidade, estado físico e compatibilidade das cargas, por exemplo, a coleta dos resíduos de serviços de saúde deve ser separada dos resíduos domiciliar (SANTOS, 2017).

Devem-se considerar, também, fatores indiretos que interferem no planejamento do gerenciamento do RSU, como a ação formal e informal de centenas de milhares de catadores de materiais recicláveis, assim como a recepção de resíduos volumosos, recicláveis ou de podas de jardins nos locais de entrega voluntária (LEV) por parte de empresas, instituições, supermercados etc, ou PEVs (CAMPOS, 2012).

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010 (PLANSAB, 2014), a situação do serviço de coleta dos RSD, apresentava um índice de 90% dos domicílios urbanos com coleta direta de resíduos, em contrapartida, 72% dos domicílios da área rural não dispunham de qualquer tipo de coleta de seus resíduos.

Sobre a coleta seletiva no Brasil, o Panorama de 2016, concluiu que 69,6%, 3.878 municípios apresentam iniciativas de coleta seletiva, dado que não garante abrangência total de suas áreas. As regiões Sul e Sudeste apresentaram parcela maior que 80% de seus municípios com iniciativas de coleta seletiva. Já as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste apresentaram taxas maiores que 41% dos municípios sem iniciativas de coleta seletiva (ABRELPE, 2017).

#### 3.3.4 Tratamento e Transbordo

O pré-processamento pode ocorrer ou não em um município, assim como as estações de transbordo. O primeiro se refere às estações de triagem ou tratamento de resíduos, como as centrais de triagem para reciclagem e usinas de compostagem, e o segundo são estações de transferência de carga de resíduos para veículos de capacidade maior, necessários quando as localidades de destinação final se situam mais distantes do raio de coleta (SILVA, 2017).

Reciclagem é o resultado de uma série de atividades, pelas quais materiais que seriam aterrados, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima, na manufatura de novos produtos. A reciclagem pode trazer vários benefícios, dentre eles a diminuição da quantidade de resíduos dispostos em aterros, preservação de recursos naturais, economia de água e energia, diminuição de impactos ambientais e geração de empregos diretos e indiretos. Porém, antes de um município decidir se vai estimular ou implantar a segregação de materiais, visando a sua reciclagem, é importante verificar se há demandas e mercados pelos quais possa haver escoamento desses materiais (venda ou doação) (CEMPRE, 2018).

A reciclagem é uma atividade econômica que faz parte de um conjunto de ações integradas que visam um melhor gerenciamento dos RS. Entretanto, o setor ainda não é explorado de forma sistemática em todo o território nacional, visto a falta de decisão política de âmbito nacional, apesar da legislação em vigência. O que torna difícil estabelecer seu potencial econômico, porém, alguns órgãos de pesquisa estimam que apenas 13% do total de resíduos urbanos gerados no país são encaminhados para a reciclagem, e que os benefícios econômicos rendidos com o setor poderiam ser no mínimo seis vezes maiores do que a situação atual (SILVA, 2017b).

O processo de compostagem é o principal tratamento dos resíduos orgânicos gerados, consiste no processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. Esse processo tem como resultado final o composto orgânico que pode ser aplicado

ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente (CEMPRE, 2018).

A compostagem tem grande importância, uma vez que a maior parcela da composição dos RSU é composta por matéria orgânica. Algumas vantagens da compostagem são a redução de grande fração e volume de resíduos destinados aos aterros, conseqüentemente economia na construção dos aterros e locais de disposição, aproveitamento agrícola da matéria orgânica, reciclagem de nutrientes para o solo, processo ambientalmente seguro, eliminação de patógenos e economia de tratamento de efluentes (CEMPRE, 2018). Porém o composto orgânico originado pelo processo só possui boa qualidade que permita sua utilização para outros fins caso os resíduos descartados sejam separados adequadamente, caso não, uma parcela pequena desse material é aproveitada e o restante é aterrado.

### 3.3.5 Disposição final

A disposição final é o ato de se depositar no solo o resíduo que não foi aproveitado para nenhum outro fim, ou seja os rejeitos, que segundo a PNRS abrangem os RS esgotados de todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, e que não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. Portanto a mesma define que a disposição considerada ambientalmente correta é a em aterros sanitários (BRASIL, 2010).

A disposição em aterros sanitários deverá existir em qualquer que seja o país, pois até mesmo as cinzas de incineração precisam ser dispostas em algum local. No entanto, os aterros sanitários são locais que incorporam diversos questionamentos e que precisam ser muito bem projetados e operados.

Apesar de ser uma exigência global, ainda são encontrados, em todo o mundo, números altos de lixões e aterros controlados, locais de disposição inadequada, além de práticas da população, consideradas inadequadas, que são: queima ou enterramento do resíduo na propriedade, jogar em corpos hídricos (lagos, rios e oceano), jogar em terreno baldio ou logradouro (PLANSAB, 2014).

Ao analisar os dados levantados pelo IBGE em 2011, observou-se que as regiões Sul e Sudeste apresentavam os melhores índices de acesso à coleta direta de RSD tanto para áreas urbanas como rurais. Enquanto isso, as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste apresentaram, respectivamente, os piores índices quanto às práticas de afastamento dos RSD em áreas rurais.

Verifica-se que para o afastamento de RSD, exceto na região Sudeste, a prática de queimar ou enterrar os resíduos em terrenos próprios é significativa em, praticamente, todas as regiões do país, representando mais de 50% das práticas consideradas inadequadas, que são: queima ou enterramento do resíduo na propriedade, jogar em corpos hídricos, jogar em terreno baldio ou logradouro (PLANSAB, 2014).

Ao buscar uma segunda fonte, os dados do Panorama de 2016 da ABRELPE, indicam que apesar do país apresentar alto índice de cobertura de coleta, 91% do montante de 71,3 milhões de toneladas coletado em 2016, um pouco menos da metade dos resíduos coletados foram encaminhados para lixões ou aterros controlados, o que representa 41,6% ou 29,7 milhões de toneladas de resíduos, sem contar as 7 milhões de toneladas de resíduos não coletados que, provavelmente, tiveram um destino impróprio. Esse tipo de disposição incorreta é ainda utilizado por 3.331 municípios brasileiros, representando um elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos à saúde da população, além de mostrar falhas existentes na gestão dos resíduos sólidos no país (ABRELPE, 2017).

A PNRS prioriza as destinações ambientalmente corretas, as quais devem considerar a seguinte ordem de ações: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Entretanto a realidade brasileira não demonstra alinhamento à proposta da PNRS, e sim contradição, devendo ser avaliada e modificada (SILVA, 2017). Observa-se na Figura 3.1, retratada através de uma pirâmide invertida, como e em que dimensão deve ser realizada a destinação de resíduos.



Figura 3.2 - Priorização para destinação de resíduos sólidos (Silva, 2017, adaptado de UNEP, 2010).

A implantação da política dos 3 R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), para muitos, é a chave do problema para solucionar a questão. A redução da geração dos resíduos sólidos, no entanto, depende da ação de se instituir a produção limpa, a logística reversa, a responsabilidade compartilhada e o consumo sustentável. O reutilizar dos produtos depende de estudos e de práticas adequadas a tornar os produtos novamente atrativos, com um renovado design, visto que são peças acabadas muitas vezes desenhadas para uso e o descarte, contendo uma obsolescência já programada na fabricação ou feitiço. O último R, é o mais prático, lucrativo e pouco desenvolvido no Brasil, pois serve de fonte de renda para muitas famílias de catadores de material reciclável e, também, um negócio de lucro para o empresário do setor. Neste filão de oportunidades se encontra a coleta seletiva, a triagem, a prensagem, o enfardamento e a comercialização dos resíduos sólidos secos. Portanto, os aterros sanitários devem ser destinações evitadas, que se estabeleçam apenas quando o resíduo não puder ser aproveitado para outro fim (CAMPOS, 2012).

### **3.4 CRESCIMENTO POPULACIONAL, REFLEXÕES SOBRE CONSUMO E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Os atuais tempos modernos e tecnológicos estabelecem e exigem dos governos novas políticas de crescimento sustentado do produto *per capita*, mudanças das técnicas de industrialização e produção, no transporte mais eficiente e na distribuição ordenada de bens, escala de trabalho racional e melhor organização da atividade produtiva. Em destaque, o maior intercâmbio e monetarização da economia, que se permita uma perspectiva econômica de resultado positivo (SIMÕES, 2016).

No entanto no lado demográfico e social, têm-se o foco nas mudanças que vêm ocorrendo nos níveis de fecundidade, com reflexos nos padrões demográficos, estrutura e tamanho de famílias, e redução contínua do número de nascimentos, que começam a se refletir nas estruturas da distribuição etária da população brasileira. Essas mudanças são resultados de uma sucessão de impactos gerados pela modernização. Dentre elas destacam-se, e relacionam-se à alteração dos níveis de fecundidade, as melhorias no sistema educacional e nível de informação, a inserção da mulher no mercado de trabalho, as mudanças nos métodos de controle de reprodução, a maior oferta dos serviços de saúde pública que influenciam na taxa de mortalidade, além das mudanças nas taxas de migrações.

Esse processo, de constantes mudanças, exige atenção e preparo, por parte da sociedade e dos responsáveis pela formulação das políticas públicas, na medida em que a tendência é de forte inversão na estrutura etária da população, com a diminuição do contingente de crianças e adolescentes e o aumento constante da população idosa. Na fase inicial da transição da fecundidade (1970), o índice de envelhecimento da população brasileira, era de apenas 12,1 idosos para cada 100 crianças e adolescentes de 0 a 14 anos de idade, passou para 39,3 em 2010 e, em 2020 e 2050, as estimativas projetam, respectivamente, de 66,1 e 208,7 idosos para cada 100 crianças.

Outro resultado dessas mudanças destacado por Simões (2016) é o aumento de quase 3,0 anos verificado na idade média da população na última década. Em 1980, o indicador, que era de 24,8 anos, passou para 26,7 anos em 1991; 28,7 anos em 2000; e chegou a 31,7 anos em 2010. Conforme observa-se na Figura 3.3 e Figura 3.4:

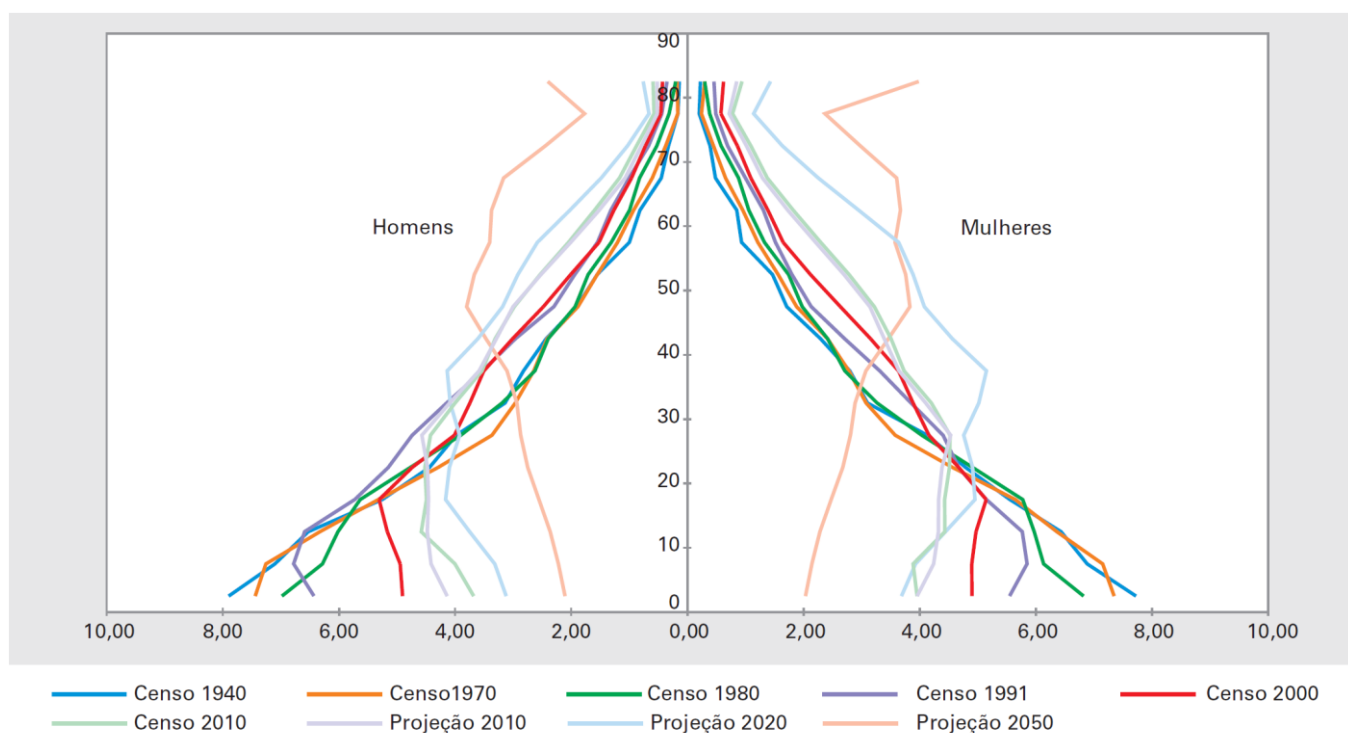


Figura 3.3 - Estrutura relativa da população, por sexo e idade Brasil - 1940/2050 (Simões, 2016 apud IBGE, Censo Demográfico 1940/2010 e Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 2000-2060).

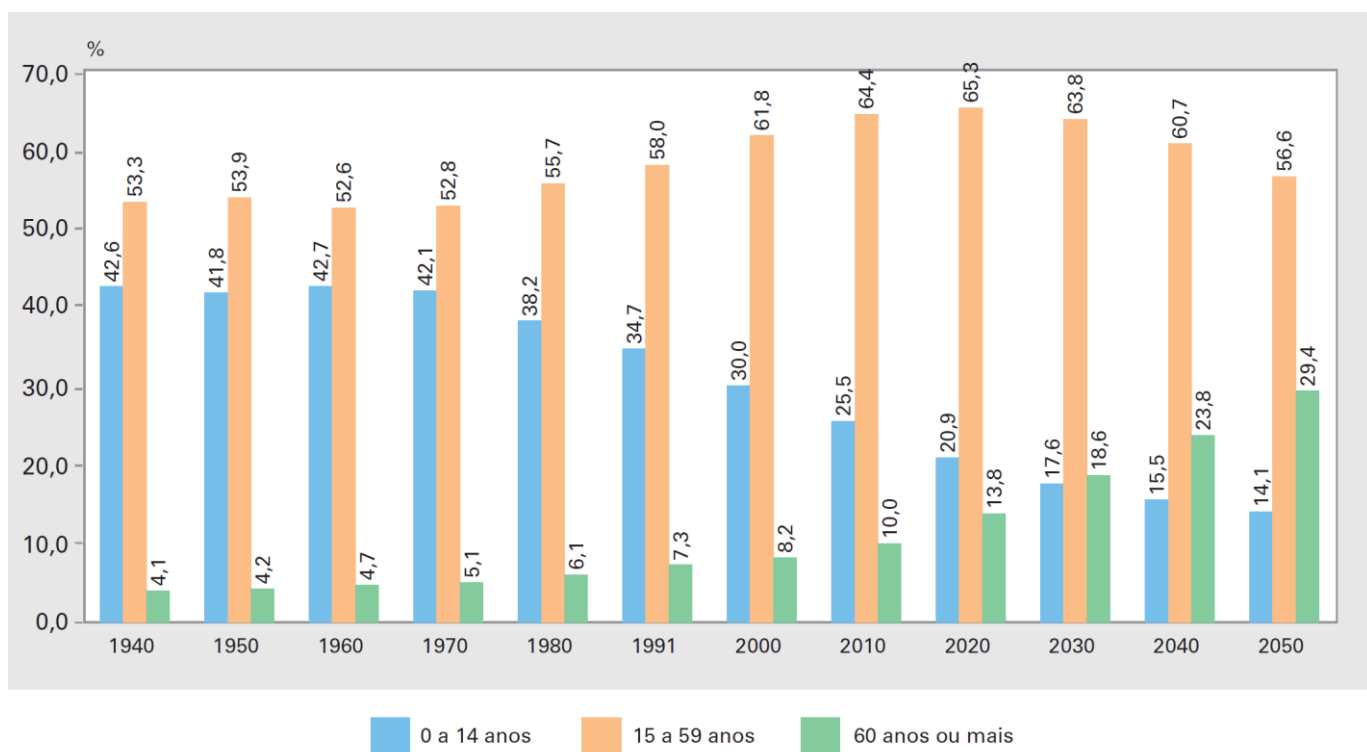


Figura 3.4 - Distribuição percentual da população residente, segundo os grupos de idade Brasil - 1940/2050 (Simões, 2016 apud IBGE, Censo Demográfico 1940/2000 e Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 2000-2060).

Os RS estão intrinsecamente relacionados à modernização, urbanização, crescimento populacional e ao desenvolvimento econômico. À medida que os países se urbanizam aumenta sua riqueza econômica, conseqüentemente, há o aumento da renda disponível e uma melhoria dos padrões de vida, estes, por sua vez, influenciam no aumento do consumo de bens e serviços o que resulta uma maior geração de RS. Este aumento de renda pode ocorrer a partir de aumento de taxas de emprego, elevação da massa salarial, maior facilidade na obtenção de crédito para consumo ou através de programas e políticas de enfrentamento da pobreza, a exemplo do Bolsa Família. Em vista disso, os RS podem ser considerados como importante indicador socioeconômico, tanto por sua quantidade como também por sua caracterização.

RS são geralmente considerados uma questão "urbana", tendo em vista que as taxas de geração tendem a ser muito menores nas áreas rurais. A população rural tende a apresentar menor renda e uma composição de resíduos sólidos domiciliares majoritariamente orgânica, devido às atividades de agricultura, além de apresentarem níveis mais altos de reutilização e reciclagem. Atualmente, mais de 50% da população mundial vive nas cidades e a taxa de urbanização está aumentando rapidamente. Estima-se que até 2050, a quantidade de pessoas vivendo nas cidades será equivalente à quantidade de pessoas do mundo todo em 2000 (WORLD BANK, 2012).



De acordo com o relatório do Banco Mundial (WORLD BANK, 2012) estima-se que, atualmente, quase 1,3 bilhão de toneladas de RSU são geradas globalmente a cada ano, ou 1,2 kg/habitante/dia. Porém, é importante enfatizar, que as taxas reais *per capita*, no entanto, são altamente variáveis, devido à diversidade nas gerações de resíduos entre regiões, países, cidades e até mesmo entre bairros. A Tabela 3.2 (CEMPRE, 2018) exemplifica de maneira generalista essa diversidade na geração de RS nas regiões do globo.

Tabela 3.2 - Dados de geração de resíduos sólidos municipais por regiões do globo (CEMPRE, 2018 adaptado de Banco Mundial, 2012).

Região	Média de geração <i>per capita</i>	Total toneladas por dia	Fração de geração
África Centro-Meridional	0,65	169.119	5%
Ásia Oriental e Pacífico	0,95	738.958	21%
Europa e Ásia Central	1,1	254.389	7%
América Latina e Caribe	1,1	437.545	12%
Oriente Médio e África Setentrional	1,1	173.545	6%
OCDE (Europa Ocidental, América do Norte, Oceania, Japão/Korea)*	2,2	1.566.286	44%
Ásia Meridional	0,45	192.410	5%

\* OCDE (Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico, 29 países mais desenvolvidos)

Esta diversidade é encontrada em todo o território do Brasil. Os dados de 2016 do Panorama da ABRELPE indicam que, considerando a geração de 214.405 t/dia de RSU no país, a região Sul apresentou uma geração de 0,75 kg/hab/dia, seguida pela região Norte (0,87 kg/hab/dia) e pela região Nordeste (0,97 kg/hab/dia) com valores abaixo da média nacional de 1,04 kg/hab/dia. Já as regiões Centro-Oeste e Sudeste apresentam valores maiores que a média nacional, respectivamente 1,09 e 1,21 kg/hab/dia.

Segundo Barros (2012), os principais fatores que influenciam esta diversidade são:

- a) Localização geográfica e as características da área considerada, a exemplo dos variados perfis encontrados entre bairros de diferentes rendas, ou das diferenças encontradas entre bairros comerciais e residenciais, além das influências regionais como tipos de solo e culturas cultivadas em cada local;
- b) Clima, sazonalidade, variações temporais, dias da semana e meses do ano, por exemplo em época festivas, como Natal, há um maior consumo gerando um aumento de embalagens, em época de férias um maior volume de resíduos tipicamente de turismo é

gerado, na maioria das vezes os finais de semana e feriados apresentam uma maior geração de resíduos domiciliares;

- c) Hábitos e os costumes, o padrão de desenvolvimento e o nível de vida da população, se a população apresenta um comportamento consumista, aspecto que é simultaneamente causa e consequência dos processos cada vez mais intensos de produção de resíduos sólidos, ou o inverso, ou seja, uma população com maior consciência e preocupação ambiental que busca reduzir e evitar um descarte excessivo de embalagens. Em relação ao consumo de bens duráveis, houve no Brasil um significativo aumento na proporção de domicílios com geladeira passando de 71,5% em 1992 para 97,6% em 2015 (IBGE, 2015), o que contribuiu para a redução dos resíduos orgânicos dispostos para a coleta (CAMPOS, 2012);
- d) Atividades econômicas dominantes e o estágio tecnológico da sociedade, onde se observa que sociedades muito industrializadas consomem bens manufaturados em maior proporção. Desde a primeira década do século XXI, o Brasil vem experimentando expressivos resultados econômicos que vem modificando a variedade da produção de RS. Citam-se aqui a emergência recente do aprimoramento frente a geração dos resíduos eletrônicos, com os impactos daí decorrentes. E a questão dos entulhos, num contexto de expansão de atividades econômicas, a construção civil é uma atividade de expressivo dinamismo e, nas condições em que é desenvolvida no país, grande geradora de RS;
- e) Flutuações na população e na economia, nota-se que fatores econômicos, tanto em momentos de crise como apogeu, refletem diretamente no consumo de bens duráveis e não duráveis e na geração *per capita*. No Brasil, em termos percentuais, a geração *per capita* de resíduos sólidos tem crescido mais do que a população, e o PIB tem crescido menos do que a geração de resíduos sólidos (CAMPOS, 2012).

O Quadro 3.1, apresenta algumas hipóteses que também podem contribuir com o aumento da geração *per capita* dos resíduos sólidos, cada uma será melhor explicada no texto que se segue.

- maior participação da mulher no mercado de trabalho;

A entrada da mulher no mercado de trabalho permitiu um aumento da renda e poder de compra das famílias envolvidas, o que por sua vez, influenciou no aumento do consumo e geração de resíduos sólidos.

Quadro 3.1 - Hipóteses por Campos (2012) para o aumento da geração per capita de resíduos sólidos.

Hipóteses por Campos (2012) para o aumento da geração per capita de resíduos sólidos
Maior participação da mulher no mercado de trabalho
Redução do número de pessoas por domicílio e da composição familiar
Fluxo de retorno da migração nordestina para o Sul de volta ao Nordeste, estimulando novos hábitos de consumo
Não cobrança pelos serviços de coleta e manejo dos resíduos sólidos aos municípios
Estímulo frenético ao consumo pelos veículos de comunicação
Uso indiscriminado de produtos descartáveis

- redução do número de pessoas por domicílio e da composição familiar;

Ojeda-Benítez *et al* (2008) afirmam que o tipo de família é uma variável que deve ser considerada nos estudos de geração de resíduos, uma vez que a geração começa no exato momento em que a família atende suas necessidades e elimina ou descarta tudo o que não tem mais utilidade.

Mais especificamente, parece haver uma forte correlação entre a tipologia da unidade familiar e alguns componentes do RSD originários da área de estudo. Por exemplo, uma unidade familiar nuclear gera quantidades significativas de jornal, enquanto uma unidade familiar extensa descarta mais tecidos e fraldas. Uma unidade familiar monoparental, por outro lado, costuma dispor diferentes tipos de papelão. No caso dos resíduos inertes, tanto uma família nuclear quanto uma família estendida geram as maiores quantidades. Há, no entanto, algumas semelhanças em relação aos componentes específicos do fluxo de resíduos entre a geração dos três tipos de unidades familiares considerados na pesquisa de Ojeda-Benítez *et al.* (2008). Isto é especialmente verdadeiro no caso de resíduos alimentares, resíduos de madeira, revistas, papel comum e resíduos orgânicos. Estas semelhanças são também evidentes no caso de sacos de plástico e recipientes para alimentos e bebidas (isto é, estanho e vidro).

Uma contextualização que envolve o fator familiar, destaca-se na redução do número de habitantes por domicílio no Brasil, de 3,8 em 2000 para 2,9 em 2015, porém mesmo em tais condições, têm-se verificado o aumento do consumo por habitante (IBGE, 2015). Assim, quando uma família é considerada consumidora de bens e serviços, a relevância de envolvê-la e conscientizá-la acerca das atividades de proteção ambiental e estimulá-la a ter mais atitudes de consumo responsável, faz-se necessária.

- fluxo de retorno da migração nordestina para o Sul de volta ao Nordeste, estimulando novos hábitos de consumo;

A migração no sentido Sudeste/Nordeste, registrada nos últimos anos no Brasil, caracterizando um fluxo de retorno pode causar mudanças de hábitos de consumo nas populações locais. Os migrantes adquirem um comportamento de consumo diferente de suas regiões de origens quando se deslocam para locais de maior urbanização e modernização, porém, quando os mesmos retornam tendem a influenciar ou criar novos padrões de consumo e estilo de vida nestas regiões, na maioria das vezes com comportamento menos consumista (SAWYER, 2002 *apud* CAMPOS, 2012).

- não cobrança pelos serviços de coleta e manejo dos resíduos sólidos aos municípios;

Países desenvolvidos, na tentativa de reduzir a geração de resíduos, estão incluindo em sua legislação instrumentos econômicos dirigidos à indústria, ao comércio, aos municípios e à população. A exemplo dos sistemas de cobrança pela disposição em aterros, pela geração dos resíduos sólidos, impostos sobre produto, sistema de depósito-retorno e crédito para a reciclagem (AZEVEDO, 2004 *apud* CAMPOS, 2012). Campos (2012) observa que a cobrança de taxa pela prestação dos serviços pode ser identificada como inibidora para a geração dos resíduos sólidos, tendo em vista que, no Brasil, com exceção da região Nordeste, quanto maior o percentual de municípios que cobram pelos serviços, menor a geração *per capita* dos resíduos sólidos.

- estímulo frenético ao consumo pelos veículos de comunicação;

Nos tempos modernos é observado uma maior presença de aparelhos eletrônicos no dia a dia das pessoas. Conectados à internet permitem um contato constante a informações através dos veículos de comunicação e redes sociais. Uma parcela elevada das informações recebidas ao longo do dia estimula o consumo, influenciando no consumo exagerado e frenético observado no mundo todo. A recente facilidade de compras via internet contribui para uma elevada geração de resíduos secos, devido à alta presença de embalagens para seu transporte. Portanto, pode-se concluir que o acesso à internet é uma variável representativa na geração de resíduos sólidos.

- uso indiscriminado de produtos descartáveis;

São vários os argumentos associados ao mito da esterilidade, diante do terror sanitário, que contribuem para a crescente geração de resíduos. Argumentos como: “Os descartáveis são mais

higiênicos”, “A embalagem protege o produto”, “Quanto mais produtos de limpeza, mais limpeza se tem”. Estes sentidos contribuem para o consumo de embalagens e aumentam o descarte de descartáveis e produtos químicos nos domicílios. A prática da compostagem dos materiais orgânicos em casa também fica comprometida diante deste senso errôneo, o que, na verdade, poderia reaproximar as pessoas dos ciclos da natureza (BLAUTH; LEME; SUDAN, 2006 *apud* FRANCO, 2012).

Por fim, destacam-se como as principais questões determinantes do aumento desenfreado da produção de resíduos sólidos, notadamente, o aumento da população, de significativa concentração crescente nos centros urbanos e de transformação do perfil de população mais jovem numa população mais adulta e sênior, cujos costumes estão, cada vez mais, definidos por práticas de maior consumo, visto o seu maior poder aquisitivo. Considera-se também, o aumento das vendas decorrente do marketing agressivo e maçante, através das mídias sociais, visto as chamativas imagens variadas nas embalagens, ofertando-os a baixo custo, porém, com baixa durabilidade, induzindo a um rápido descarte e rápida substituição, e assim, gerando o “nosso expressivo lixo de cada dia”.

### **3.5 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Os RSU apresentam composições extremamente heterogêneas e dependentes de diversas variáveis para sua determinação, conforme discutido e apresentado nos tópicos anteriores. Para uma boa gestão e gerenciamento de uma região, a geração de resíduos sólidos é a primeira etapa da qual é importante obter dados, é necessário determinar as características qualitativas e quantitativas do material descartado, a metodologia mais utilizada para obter esses dados é a análise gravimétrica, ou seja, a caracterização física do material analisado (FRANCO, 2012; FRÉSCA et al., 2008; GU et al., 2015; SUTHAR; SINGH, 2015).

A partir de uma amostra, de acordo com a NBR 10007 (ABNT, 2004), são determinadas as principais características físicas, químicas e de geração dos resíduos, além da composição física. Parâmetros físicos são expressos por características como umidade, densidade, peso específico, grau de compactação e poder calorífico, enquanto os parâmetros químicos, pelos teores de matéria orgânica e elementos químicos presentes nos resíduos, como carbono, enxofre, nitrogênio, potássio e fósforo. Os fatores de geração limitam-se a taxa de geração por habitante ou produção *per capita*, e nível de atendimento dos serviços públicos da região.

Para Silva, Menduña e Seijo (2007 *apud* Franco, 2012) a geração *per capita* é o principal item físico a ser determinado em estudos que busquem melhorias na gestão de RSU e juntamente com a composição gravimétrica, formam as principais características dos resíduos sólidos. Os mesmos autores afirmam que o teor de umidade e a compressividade também são fatores importantes, mas são mais difíceis de atingir boa precisão, devido à sua alta variabilidade.

A caracterização dos RSU, ou somente dos RSD, pode ser feita de maneiras distintas, variando de acordo com os objetivos do estudo, as metodologias de amostragem, os parâmetros e sua periodicidade. Devido à grande variação de fatores determinantes da composição dos resíduos sólidos urbanos, uma amostra representativa deverá contemplar uma grande quantidade de amostras de diferentes épocas e regiões das cidades, espelhando assim diferentes circunstâncias sobre as quais os resíduos estudados foram produzidos (BARROS, 2012). O objetivo da amostragem é a obtenção de uma amostra representativa, ou seja, a coleta de uma parcela do resíduo a ser estudado que, quando analisada, apresente as mesmas características e propriedades de sua massa total (CEMPRE, 2018).

Para determinar as características dos RS é usada a técnica do quarteamento, processo de mistura no qual uma amostra bruta homogeneizada de resíduos é dividida sucessivamente em quatro partes iguais. A cada divisão, destas quatro partes se aproveitam dois dos quartis diametralmente opostos entre si, para formarem nova amostra, também homogeneizada, sendo o restante descartado. O processo é repetido até se obter uma quantidade remanescente do tamanho da amostra desejado. Vale lembrar a necessidade de as pessoas envolvidas na execução deste processo utilizarem equipamentos de proteção individual (luvas, óculos, máscaras) e os materiais corretos (BARROS, 2012).

Usualmente, utilizam-se recipientes como tambores de metal ou bambonas de plástico, de peso e volume conhecidos, para a execução da separação do material em grandes grupos, como: vidros, metais, plásticos, papel/papelão, matéria orgânica, resíduos eletroeletrônicos, resíduos de saúde domiciliar e rejeito. Após a separação, pesa-se cada classe obtida e calculam-se as porcentagens individuais.

O mesmo procedimento pode ser feito com o volume encontrado para cada categoria analisada, obtendo-se as porcentagens individuais e permitindo uma análise aprofundada. Ademais, através da relação massa/volume é possível determinar a densidade das categorias de resíduo,

a depender dos procedimentos utilizados, ao invés da densidade define-se o peso específico de cada categoria, por estar incluído o fator gravidade na determinação da massa.

Para a determinação de valores para análise *per capita*, divide-se os dados obtidos por categoria pela quantidade de geradores dos RS analisados, número de habitantes, moradores ou usuários, dependendo do cenário analisado.

### 3.6 LEVANTAMENTO DE CARACTERÍSTICAS E PERFIL DA POPULAÇÃO

Uma metodologia amplamente utilizada para uma melhor avaliação dos fatores determinantes na geração e composição dos RSD é a aplicação de questionários juntamente com a análise gravimétrica para avaliar relações com o perfil dos indivíduos geradores. Bandara, et al. (2007) realizaram uma pesquisa para estabelecer relação entre geração de resíduos e fatores socioeconômicos, em uma área do subúrbio municipal no Sri Lanka, utilizando análise de regressão. Os dados da pesquisa foram determinados a partir de pesquisa em campo e geraram uma base de dados que incluía informações sobre a quantidade e composição de resíduos gerados em uma amostra de domicílios na área de estudo durante um período de tempo.

A metodologia de aplicação de questionários é interessante tanto para definir a área a ser estudada a partir de um perfil de amostra pré-definido, quanto para se conhecer o perfil dos geradores de RS de uma área em análise.

Uma pesquisa, realizada por Ojeda – Benítez, et al., com objetivo de avaliar a relação da geração de RSD com a estrutura familiar necessitou desenvolver dois formulários de pesquisa, os quais foram empregados no processo de compilação, organização e análise das informações coletadas. O estudo analisou os resíduos produzidos por 125 famílias durante oito dias, representando um total de 682 sacos de resíduos analisados para determinação da composição e quantificação dos RSD gerados pelas famílias.

A obtenção de dados demográficos e a determinação da estrutura da unidade familiar em conjunto com a tipologia de domicílios selecionados exigiam um formulário de pesquisa específico do projeto e a implementação de uma pesquisa de campo. O questionário da pesquisa foi aplicado a um membro da unidade familiar que fazia parte de um domicílio selecionado. Ele foi projetado para identificar a tipologia da família, a colocação de cada membro dentro de sua estrutura familiar, nível de escolaridade e renda da unidade familiar (OJEDA-BENÍTEZ; VEGA; MARQUEZ-MONTENEGRO, 2008).

Um estudo de caso da Ilha de Xiamen, na China, foi empregado para revelar os efeitos diretos e indiretos de fatores demográficos / socioeconômicos na geração de resíduos sólidos em escala domiciliar urbana. Características-chave como tamanho da família, renda, nível educacional, taxa de emprego, estrutura etária, crença religiosa e taxa de refeições caseiras foram investigadas por um questionário presencial antes que os dados da gravimetria fossem coletados. Para excluir o impacto dos fatores sazonais sobre a geração de RSD, foi realizado um levantamento em duas etapas em 190 residências durante o verão e o inverno de 2012 (XU et al., 2014).

Posteriormente, outro estudo utilizou ambas metodologias com o objetivo de estimar a quantidade e qualidade de RSD em termos de grupos socioeconômicos e tamanho da família na cidade de Dehradun, na Índia. Um total de 144 domicílios foram selecionados de 11 grandes blocos da cidade e a quantificação e caracterização de RSD foram analisadas para diferentes blocos / colônias (SUTHAR; SINGH, 2015).

Neste caso, um questionário detalhado foi preparado para a coleta de dados dos locais de amostragem, pontos como; número de residentes por domicílio amostrado, rendimento total do agregado familiar, gestão dos RSD, segregação, práticas de reciclagem e opções de descarte. Para avaliação do status socioeconômico do domicílio, as informações sobre a renda anual do domicílio, estrutura da casa / prédio, localidade da colônia, instalações disponíveis em casa, tipo de veículos em casa, outras instalações de luxo em casas etc. também foram coletadas. Com base nos conjuntos de dados coletados, os domicílios participativos no projeto foram então classificados em três subcategorias: grupo de baixa renda, renda média e alta renda.

A aplicação de questionários é diversa por permitir diferentes maneiras de ser aplicado, exemplos como por meio eletrônico via e-mail ou divulgação em redes sociais, por distribuição em formato de carta por meio do correio e por último por meio de entrevista presencial.

O estudo de GU et al. (2017) optou pela aplicação de um questionário tradicional (forma de papel) usando assembleias comunitárias e visitas domiciliares presenciais por várias vezes durante os períodos de pré-pesquisa e pesquisa. O esquema selecionado permitiu construir perfis domésticos, que incluísse os atributos básicos (por exemplo, idade, sexo, educação) do gerente diário doméstico, ou seja, o membro da família que gerencia os assuntos domésticos diários, como fazer compras, lidar com RSU, e chefe de família (o membro do agregado que tem a autoridade máxima), tamanho do agregado familiar, etc.



O estudo concluiu que nível de escolaridade do chefe da família que gerencia os assuntos doméstico tem um grande impacto na taxa de geração de RSD. E outros fatores, como costumes e cultura locais, padrões de consumo e estilos de vida residenciais também poderiam influenciar a geração de RSD.

### **3.7 TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA**

Os dados multivariados consistem de uma ou mais variáveis independentes (preditoras) e duas ou mais variáveis dependentes (respostas). A distinção entre dados univariados e multivariados recai em grande parte sobre como os dados são organizados e analisados, e não em como são coletados (GOTELLI; ELLISON, 2011).

O número elevado de variáveis multivariadas levantadas através das análises gravimétricas e aplicação de questionários, exige a utilização de métodos estatísticos avançados e que vem ganhando espaço em estudos de cunho regional e urbano, por apresentarem resultados interessantes e coerentes (SILVA, 2008). Destacam-se os métodos e análises descritas a seguir.

#### **3.7.1 Análise Descritiva das Variáveis**

Quando a variável em estudo é quantitativa, pode-se resumir algumas informações dos dados (valores) por algumas medidas descritivas. A média aritmética resume o conjunto de dados em termos de uma posição central ou valor típico. Informações complementares sobre aspectos da distribuição são fornecidas pelas medidas de variância e desvio padrão. Estas medidas avaliam a dispersão do conjunto de valores analisados, além de permitirem análises mais aprofundadas por outros métodos estatísticos a partir do uso da média e desvio padrão (BARBETTA, 2014).

#### **3.7.2 Análise da Variância (Anova)**

Análise de variância é um teste estatístico que permite a tomada de uma única decisão geral quanto à presença de uma diferença significativa entre três ou mais médias que estejam sendo comparadas. O teste consiste em tratar a variância total de um conjunto de valores, como sendo divisível em dois componentes: a distância dos valores brutos com relação às médias dos grupos a que pertencem, isto se chama variação dentro dos grupos; e a própria distância existente entre as médias dos vários grupos, o que recebe o nome de variação entre grupos (LEVIN, 1987).

A análise contém uma razão F, cujo numerador representa a variação entre os grupos comparados, e o denominador compreende uma estimativa da variação dentro desses grupos.

Quanto maior a variação entre os grupos com relação à variação dentro dos grupos, ou seja, quanto maior a estatística F, maior a probabilidade de rejeitar-se a hipótese nula e aceitar-se a hipótese experimental (LEVIN, 1987).

De acordo com a hipótese nula, qualquer diferença observada entre as amostras é considerada simples erro amostral, isto é, uma diferença entre duas médias amostrais não representa uma verdadeira diferença entre as médias populacionais. Se a hipótese nula for rejeitada ou considerada frágil, conclui-se que existe uma verdadeira diferença populacional, aceitando a hipóteses experimental (LEVIN, 1987).

### 3.7.3 Análise da Matriz de Correlação

Duas variáveis são positivamente correlacionadas quando seus valores tendem a seguir um caminho no mesmo sentido, isto é, elementos com valores pequenos de uma primeira variável inclinam-se a ter valores pequenos de uma outra variável, e elementos de valores grandes de uma variável inclinam-se a ter valores grandes da segunda variável. Já duas variáveis são negativamente correlacionadas quando caminhas em sentidos opostos, elementos com valores pequenos de uma variável tendem a ter valores grandes de uma segunda variável, e elementos com grandes valores da primeira variável tendem a ter pequenos valores da segunda (BARBETTA, 2014).

Conforme apresentado no trabalho de Harley Silva (2008), a matriz de correlação é definida por uma matriz  $P_{R \times R}$  que abriga os coeficientes de correlação ( $R_{ij}$ ) entre a  $i$ -ésima e a  $j$ -ésima variáveis de um vetor aleatório  $X$ . Cada coeficiente expressa o grau de relacionamento linear entre as variáveis  $i$  e  $j$ , e varia no intervalo  $[-1, 1]$ . Quanto mais próximo do limite superior igual a 1, maior a indicação de que exista relação linear positiva entre as variáveis  $X_i$  e  $X_j$  e vice-versa. Quando o valor for bem próximo a zero indica que não há relação clara entre as variáveis. A diagonal principal da matriz é sempre igual à unidade, dada a correlação de cada variável consigo mesma.

### 3.7.4 Análise Fatorial em Componentes Principais

A análise fatorial em componentes principais é uma técnica de análise multivariada que indica os componentes que absorvem a maior parte da variância do conjunto de dados, podendo assim resumi-los e representá-los. Um dos fatores essenciais para a aplicação da ACP é a correlação entre as variáveis de estudo (CARDOSO, 2016; LIU; WU, 2011).

O que se busca é condensar o conjunto inicial de variáveis em um número menor delas, ainda assim conseguindo pequena perda de informações. O objetivo é representar um conjunto de muitas variáveis em um número bem menor de índices. Estes índices – os chamados “componentes principais” – graças à correlação com as variáveis originais, sintetizam o comportamento assumido pelo conjunto e podem também ser utilizados para “representar um conjunto de variáveis em outras técnicas multivariadas, como a análise de clusters, além de permitir uma hierarquia de indivíduos ou unidades de observação” (SILVA, 2008 *apud* QUEIROZ, 2003).

### 3.7.5 Análise de Conglomerados ou *Clusters*

Um recurso complementar à utilização do método de ACP é a aplicação conjunta à técnica de clusters. Esta segunda tornará claro quais variáveis, dentro dos componentes principais determinados, possuem maior grau de semelhança. Essa semelhança pode ser avaliada por meio de índices de (dis)similaridade denominados de distâncias. A mais usual das maneiras de cálculo para essa distância é a chamada “distância euclidiana” (SILVA, 2008).

As análises de cluster admitem abordagens hierárquicas e abordagens de partição. As primeiras consideram que de início cada indivíduo se encontra isolado, como que formando um “cluster individual”, posteriormente o processo segue aproximando estes indivíduos de acordo com suas similaridades até que se atinja uma estabilidade relativa. Já as técnicas de partição operam em sentido contrário, “desaglomerando” um cluster único inicial.

## 3.8 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO DF

O Distrito Federal possui 31 Regiões Administrativas (RA's), as quais, em 2018, totalizaram uma população estimada de 2.972.209 habitantes de acordo com a projeção populacional feita pelo IBGE. O DF possui infraestrutura de saneamento básico com destaque de melhores condições ao ser comparado às demais unidades federativas. A abrangência por domicílio do fornecimento de água por rede geral de abastecimento é de 98%, a distribuição de energia elétrica atinge 99% às unidades consumidoras e, em relação ao esgotamento sanitário, 86% dos domicílios contam com rede coletora, sendo que as regiões mais recentes, principalmente de alta renda, possuem fossa séptica. Já em relação ao serviço de coleta urbana dos resíduos, aproximadamente 98% dos domicílios tem serviço de coleta urbana (SLU, 2017).

O Serviço de Limpeza Urbana (SLU) é o órgão responsável pela gestão da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos gerados no DF. O serviço de coleta dos RSD é dividido em dois tipos: coleta convencional (CC), coleta seletiva (CS) e coleta seletiva inclusiva (CSI). No caso do DF, como definido pelo Decreto N° 37.568/2016, o sistema de coleta convencional de RS não abrange os grandes geradores de RS não perigosos, que são definidos como:

“pessoas físicas ou jurídicas que produzam resíduos em estabelecimentos de uso não residencial, incluídos os estabelecimentos comerciais, os públicos, os de prestação de serviço, os terminais rodoviários e aeroportuários, cuja natureza ou composição sejam similares àquelas dos resíduos domiciliares e cujo volume diário de resíduos sólidos indiferenciados, por unidade autônoma, seja superior a 120 litros”.

Estes são responsáveis por garantir a destinação e disposição ambientalmente correta para os RS gerados em seus estabelecimentos, como afirma o Decreto em seu 5º Art.: “a prestação dos serviços de coleta e de transporte dos resíduos indiferenciados e orgânicos deve ser realizada pelos grandes geradores mediante serviço próprio ou por meio de contratação de empresa previamente cadastrada no SLU” (DISTRITO FEDERAL, 2016).

A CC recolhe os materiais orgânicos e úmidos, como por exemplo restos de alimentos, resíduos de banheiro e rejeitos das áreas residenciais. É executada por duas empresas terceirizadas abrangendo todas as RA's. Os resíduos coletados até 2017 eram encaminhados para duas unidades de tratamento mecânico biológico (UTMB), quatro unidades de transbordo e diretamente para o Aterro Controlado do Jóquei (ACJ). Os rejeitos das unidades de tratamento e dos transbordos eram destinados ao ACJ, também conhecido como Lixão da Estrutural, considerado o segundo maior lixão a céu aberto em operação do mundo (SLU, 2017).

Entretanto, felizmente, este cenário sofreu mudança em janeiro de 2017, quando foi inaugurado o Aterro Sanitário de Brasília (ASB), com previsão de projeto de área de disposição final de rejeitos igual a 32 ha e vida útil de 13 anos, ou seja, período de capacidade de atendimento de toda a população. Em janeiro de 2018, foram encerradas as atividades de disposição final dos resíduos domiciliares no ACJ, limitando que somente resíduos de construção civil (RCC), mediante pagamento de taxa, fossem dispostos no local com nome alterado para Unidade de Recebimento de Entulho (URE) (SLU, 2017).

A CS, de acordo com o relatório de atividades de 2018, é realizada em 25 das 31 regiões administrativas atualmente. No entanto, em algumas delas a coleta é feita parcialmente, apenas em locais de maior geração de recicláveis, como comércio, edificações verticalizadas e em residências de maior renda. A CSI é aquela realizada por cooperativas de catadores e não por

empresas, promovendo a inclusão socioprodutiva desses profissionais na gestão dos resíduos sólidos urbanos (SLU, 2018).

A CS é realizada por uma empresa terceirizada contratada pela autarquia que atende 12 RA's, sendo restrita em algumas áreas dessas localidades. Desde 2016, uma associação e três cooperativas (Acobraz, Renascer, R3 e Recicle a Vida) realizam a CSI em 5 RA's: Brazlândia, Candangolândia, Núcleo Bandeirante, Samambaia e Santa Maria. No ano de 2018, o SLU contratou mais sete cooperativas/organizações de catadores (Vencendo Obstáculos, Recicla Mais Brasil, CRV, Recicla BSB, Coopere, Ecolimpo e Cooperdife) para realizar a CSI em 10 RA's: Cruzeiro (Velho), Itapoã e Paranoá, Lago Norte (Península) e Varjão, Lago Sul, Riacho Fundo I e Riacho Fundo II, São Sebastião e Sobradinho.

A região do Lago Norte é atendida tanto pela empresa quanto por associação, devido ao tipo de conformação urbana dessa RA, que apresenta áreas verticalizadas e horizontais. Nas áreas verticalizadas, o uso de contêineres pelos moradores e comerciantes exige caminhões que basculhem esses recipientes, o que não pode ser feito pelos caminhões tipo baú normalmente utilizados pelas cooperativas/associações (SLU, 2018).

As associações e cooperativas estão distribuídas em diferentes instalações e locais. Parte em galpões próprios ou alugados e outra parte nos novos centros de triagem de materiais recicláveis inaugurados no ano de 2018, chamadas Instalações de Recuperação de Resíduos (IRR).

No ano de 2018, dos RSD gerados em todo o DF, foram coletados aproximadamente 91 ton/dia pela coleta seletiva e 2.558 ton/dia pela coleta convencional. Após passar por todas as etapas de tratamento disponíveis pelo sistema do SLU – DF, um total de aproximadamente 93 ton/dia era destinado para a comercialização de recicláveis e um total de 44 ton/dia de composto era doado ou vendido, conforme apresentado no fluxograma da Figura 3.5. Conseqüentemente, 2.364,77 ton/dia foram aterradas no ASB aproximadamente, isso indica uma taxa de recuperação de resíduos sólidos reciclados média de 11,37%, valor ainda extremamente baixo para reduzir os impactos ambientais gerados com o aterramento dos RS (SLU, 2018).

Durante o período de janeiro a outubro de 2015, uma equipe do SLU realizou um estudo acerca da composição gravimétrica dos RSU coletados pela CC e CS no DF. A metodologia utilizada para a análise foi de quarteamento, conforme NBR 10007/2004. Assim, foram selecionadas duas a cinco amostras para cada tipo de coleta, com exceção da RA de Brazlândia, que teve apenas uma amostra analisada para cada tipo de coleta, devido ao prazo limitado para as

análises. Na CS foram realizados dois quarteamentos e na CC necessitou-se fazer três devido ao maior volume coletado (SLU, 2016)

Essa metodologia foi aplicada no DF para 16 RA's e, no contexto da pesquisa de Silva (2017a), foi considerado apenas a divisão dos resíduos em plástico, papel, vidro, metal, outros e matéria orgânica. As composições gravimétricas da coleta convencional e seletiva para esses tipos de materiais estão apresentadas na Tabela 3.3 e na Tabela 3.4, respectivamente, e demonstram a complexidade das diferentes realidades encontradas nas regiões do DF, dificultando a padronização e previsão futura do sistema de gerenciamento.

A coleta seletiva obteve valores superiores para reciclagem, como esperado, já que é de resíduos secos de maior aproveitamento, alcançando índices de 51,07%. Águas Claras é uma RA que merece destaque, já que 76,08% dos resíduos da CS são recicláveis. Brazlândia, Guará, Estrutural, Lago Sul e Riacho Fundo 1 e 2 apresentaram parcela de recicláveis menor que a média (SILVA, 2017).

A CC alcançou elevados índices para orgânico e rejeito, com médias de 39,18% e 41,74%, respectivamente, e recicláveis com média mais baixa, 21,50%. No entanto, Samambaia e Riacho Fundo alcançaram valores significativamente superior à média de recicláveis, 46,10% e 40,95%, respectivamente (SILVA, 2017). Ceilândia (6,38%) e Riacho Fundo 2 (6,81%) apresentaram parcela de orgânico muito menor que a média (39,18%). Taguatinga (13,81%) e Riacho Fundo 1 (18%) foram as demais RA's com valores menores.

Relacionando a parcela de rejeitos dos dois tipos de coleta, observamos que houve um aumento significativo em Brazlândia (CC 32,13%; CS 60,50%) e na Asa Sul (CC 17,90%; CS 32,70%). As regiões Estrutural, Gama e Guará obtiveram um aumento pouco significativo.

Analisando e adaptando os resultados da gravimetria feita pelo SLU em 2015, no período de janeiro a outubro, Jucá (2015 apud SILVA, 2017a) apresentou valores de coleta mensais por RA. Os valores foram expressados em tonelada/dia e, levando-se em consideração a projeção de crescimento da população de cada RA para o ano de 2015, foi calculada a geração *per capita* de cada uma e também as porcentagens de participação na geração de resíduos. Conforme Tabela 3.5.

Os resultados apresentaram a disparidade existente quanto à geração *per capita* e porcentagem de participação na geração de resíduos entre as RA's. Asa Norte/Asa Sul e Ceilândia tiveram maior participação na geração, sendo 15,93% e 15,02%, respectivamente, mas em termos de

geração *per capita*, Ceilândia teve uma geração inferior, de 0,78 kg/hab.dia, enquanto a Asa Norte/Asa Sul alcançou o maior índice, 1,68 kg/hab.dia, além de Lago Sul e Jardim Botânico com 1,53 kg/hab.dia.

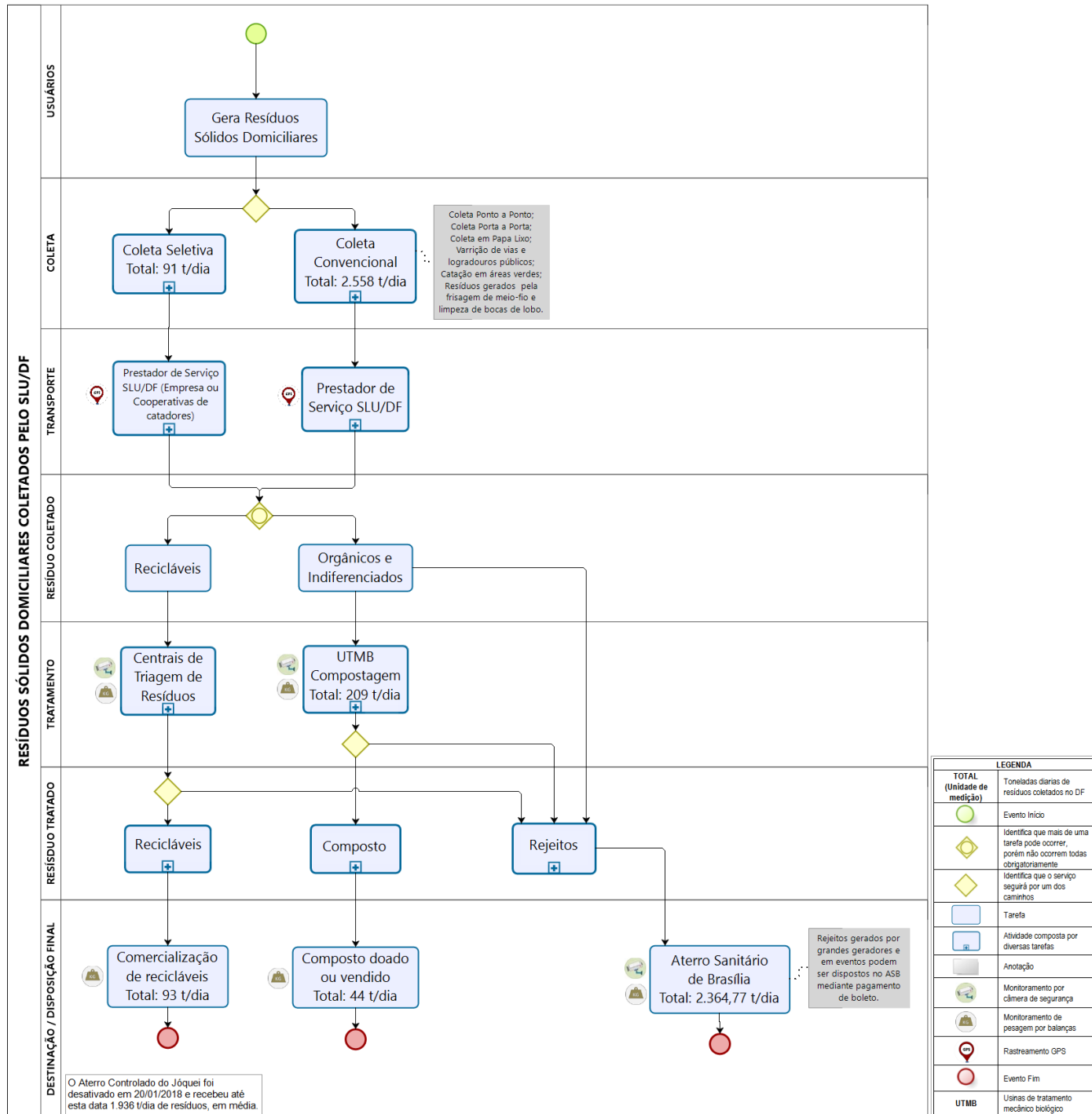


Figura 3.5 – Fluxograma indicando o caminho percorrido pelos resíduos domiciliares coletados pelo SLU em todo o Distrito Federal no ano de 2018 (SLU, 2018).

Tabela 3.3 - Resultados em porcentagem para composição gravimétrica dos resíduos da coleta convencional para as 16 RA's (Silva, 2017a adaptado de SLU, 2016).

	Águas Claras	Asa Norte	Asa Sul	Brazilândia	Ceilândia	Estrutural	Gama	Guará	Lago Norte	Lago Sul	Planaltina	Riacho Fundo I	Riacho Fundo II	Samambaia	Sobradinho	Taguatinga	Média
Orgânico	40,12	55,60	69,90	54,62	6,83	34,37	38,42	72,20	29,07	39,94	41,18	18,00	6,81	20,50	45,35	13,81	39,18
Rejeito	34,23	31,10	17,90	32,13	79,02	40,36	43,17	21,30	51,85	41,74	23,15	60,90	52,24	33,40	41,26	64,16	41,74
Reciclável	25,65	13,30	12,20	13,25	14,16	25,27	18,40	6,50	19,08	18,32	35,67	21,10	40,95	46,10	13,39	22,02	21,59
Total Plas.	15,37	7,60	7,70	5,42	8,73	13,79	10,52	4,20	7,39	11,71	23,05	10,70	23,51	23,80	7,69	10,41	9,21
Total papel	9,18	5,30	3,90	7,23	4,52	10,09	7,18	1,40	10,69	6,01	10,02	9,00	12,87	19,70	5,09	9,41	7,61
Total metal	1,10	0,40	0,60	0,60	0,90	1,40	0,71	0,90	1,00	0,60	2,61	1,40	4,57	2,60	0,60	2,20	0,95

Tabela 3.4 - Resultados em porcentagem para composição gravimétrica dos resíduos da coleta seletiva para as 16 RA's (Silva, 2017a adaptado de SLU, 2016).

	Águas Claras	Asa Norte	Asa Sul	Brazilândia	Ceilândia	Estrutural	Gama	Guará	Lago Norte	Lago Sul	*Planaltina	Riacho Fundo I	Riacho Fundo II	Samambaia	Sobradinho	Taguatinga	Média
Orgânico	4,85	13,43	5,50	8,10	6,59	19,28	0,00	10,50	3,80	34,31	-	23,92	17,72	4,80	15,48	21,82	12,67
Rejeito	19,07	31,06	32,70	60,50	41,12	46,95	46,65	29,60	33,03	35,52	-	41,04	39,44	33,00	31,87	22,32	36,26
Reciclável	76,08	55,51	61,80	31,40	52,30	33,77	53,35	59,90	63,16	30,17	-	35,04	42,84	62,20	52,65	55,86	51,07
Total Plas.	26,24	15,83	17,50	11,80	13,47	10,89	19,52	13,90	15,32	10,80	-	11,01	14,61	18,10	14,59	17,02	15,37
Total papel	47,00	36,17	39,60	14,40	33,63	19,68	30,73	43,60	44,44	18,67	-	21,22	25,73	41,00	34,07	34,63	32,30
Total metal	2,85	3,51	4,70	5,20	5,19	3,20	3,10	2,40	3,40	0,71	-	2,80	2,50	3,10	4,00	4,20	3,39



Uma possível explicação para a elevada geração *per capita* dessas RA's, é o alto índice de renda apresentado por elas. A RA Jardim Botânico possui renda por residência em torno de 18,51 salários mínimos e na Asa Sul/Asa Norte (Plano Piloto) é de cerca de 13,29 salários mínimos, já o Lago Sul apresenta o maior índice de todo o DF, cerca de 28,27 salários mínimos (SILVA, 2017a).

Tabela 3.5 - Geração, projeção da população para 2015, geração *per capita* e participação na geração de RSU de cada RA (Silva, 2017 adaptado de Jucá, 2015).

RA	Geração kg/dia	Projeção Pop. 2015 (hab.)	Geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	% de geração
Águas Claras	76.651,67	127.716	0,6	3,13
Asa Norte/Asa Sul	389.565,67	231.894	1,68	15,93
Brazlândia	45.761,00	53.175	0,86	1,87
Candangolândia	20.600,00	17.609	1,17	0,84
Ceilândia	367.174,00	471.279	0,78	15,02
Cruzeiro	26.000,00	32.963	0,79	1,06
Fercal	5.633,33	8.948	0,63	0,23
Gama	106.177,67	139.716	0,76	4,34
Guará	91.393,67	131.877	0,69	3,74
Itapoã	34.446,33	63.234	0,54	1,41
Jardim Botânico	41.666,67	27.168	1,53	1,7
Lago Norte	37.366,67	36.059	1,04	1,53
Lago Sul	50.166,67	32.711	1,53	2,05
Núcleo Bandeirante	25.411,67	24.858	1,02	1,04
Paranoá	25.685,00	47.813	0,54	1,05
Park Way	23.564,00	20.712	1,14	0,96
Planaltina	102.901,00	189.571	0,54	4,21
Recanto das Emas	76.646,00	139.968	0,55	3,13
Riacho Fundo	26.836,33	39.076	0,69	1,1
Riacho Fundo II	26.853,67	40.979	0,66	1,1
Samambaia	136.631,33	231.457	0,59	5,59
Santa Maria	73.611,67	128.007	0,58	3,01
São Sebastião	63.755,33	102.703	0,62	2,61
SCIA - Estrutural	51.385,00	37.528	1,37	2,1
S.I.A.	28.451,00	1.874	15,18	1,16
Sobradinho I	41.966,67	66.788	0,63	1,72
Sobradinho II	64.533,33	102.709	0,63	2,64
Sudoeste/Octogonal	56.564,67	55.282	1,02	2,31
Taguatinga	285.661,33	224.618	1,27	11,68
Varjão	10.033,33	9.700	1,03	0,41
Vicente Pires	32.259,33	76.836	0,42	1,32
<b>TOTAL</b>	<b>2.445.294,00</b>	<b>2.914.828</b>	<b>0,84</b>	<b>100</b>

### 3.9 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DO PLANO PILOTO

Considerando-se todos os fatores abordados neste capítulo, optou-se por analisar as variáveis estrutura etária e renda média para a definição da área de estudo, com foco no envelhecimento da população. Após análise dos dados de todas as RA's estudadas pela PDAD (2016), observou-se que a população urbana estimada do Plano Piloto é de 220.393 habitantes, sendo 23% de idosos (50.665 moradores) com idade superior a 60 anos, cujas maiores concentrações desta faixa etária estão na Asa Sul (24.342 idosos) e na Asa Norte (23.252 idosos). No ano de 2013, a população do Plano Piloto era de 216.489, e ao se comparar com a PDAD/2016, obteve-se uma taxa média geométrica de crescimento anual (TMGCA), de 0,60%. Sendo que Asa Norte, com 116.744 habitantes, possui uma população superior à da Asa Sul, com 84.725 habitantes (CODEPLAN, 2016).

A RA Plano Piloto é composta pela Asa Norte, Asa Sul, Estação Rodoviária, Setores de Oficinas, Armazenagem e Abastecimento, Indústrias Gráficas, Embaixadas Norte e Sul, Militar Urbano, Clubes, entre outros. Inclui ainda Parque Sarah Kubitscheck (Parque da Cidade); Área de Camping; Eixo Monumental; Esplanada dos Ministérios; as Vilas: Planalto, Telebrasília e Weslian Roriz e o Setor Noroeste. O Cruzeiro, o Lago Sul e o Lago Norte, pertenciam ao Plano Piloto até 1994, ao se tornarem regiões administrativas independentes (CODEPLAN, 2016).

O número de domicílios urbanos estimados, em 2016, foi de 83.395 (45.172 domicílios na Asa Norte e 31.611 domicílios na Asa Sul) e, considerando que a população urbana estimada é de 220.393, a média de moradores por domicílio urbano é de 2,64 pessoas (CODEPLAN, 2016).

Observa-se que a ocupação dos moradores do Plano Piloto, entre os que estão acima de 10 anos de idade, 50% têm atividades remuneradas, 21% são aposentados e 14% são estudantes, sendo que na Asa Norte, 53% têm atividade remunerada, percentual superior a Asa Sul, 47%. Os aposentados somam 26% na Asa Sul e 19% na Asa Norte. Por fim, tem-se que 84% da população, 185.000 pessoas, possuem idade acima de 18 anos, as chamadas “pessoas adultas”.

Por consequência, a maior concentração de renda *per capita* da população ativa da Asa Sul (R\$ 6.330,96) e a maior renda média por domicílio (R\$ 13.489,93), faz-se maior às registradas na Asa Norte (respectivamente 5.476,87 e 12.428,50 reais). Ou seja, aproximadamente, 101.846 moradores do Plano Piloto são ativos e com alta renda *per capita*, favorecendo uma maior concentração de renda domiciliar, em específico, para as faixas de maior número de salários mínimos recebidos (acima de 10 salários).

Os mais de 56% da população (124.631 moradores) possuem a condição privilegiada de escolaridade de nível superior completo, incluindo os cursos de especialização, mestrado e doutorado. Em contrapartida, quase 10% da população (mais de 20 mil moradores) possuem um limitado nível de escolaridade do ensino fundamental incompleto. Na RA do Plano Piloto, 89,46% da população têm acesso internet (CODEPLAN, 2016).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a metodologia de pesquisa utilizada para realizar o estudo de geração e composição dos RSD de uma quadra residencial. O fluxograma da Figura 4.1 descreve a sequência de etapas e caminhos tomados pelo estudo, indicadas pelos retângulos azuis, já os retângulos cinzas representam comentários a respeito dos métodos utilizados.

A definição da metodologia baseou-se na revisão bibliográfica, a partir da fundamentação conceitual e análise da realidade encontrada no Distrito Federal, selecionou-se os métodos recentemente aplicados em estudos e que demonstraram bons resultados. Assim, a metodologia foi dividida em três fases principais:

### 1ª Fase: Escolha de Variáveis e Área de Estudo

A primeira etapa buscou conhecer o contexto de gerenciamento, incluindo a geração e composição dos RSU para a formulação do problema e assim passar para a segunda etapa de identificação dos objetivos, ou seja, definiu-se dentro da realidade dos RSU do DF qual setor específico pretendia-se trabalhar, direcionando o trabalho. A terceira etapa consistiu na identificação dos atores envolvidos no problema, identificando suas respectivas participações e atuações. Após definição dos objetivos e atores, foi realizado o levantamento das variáveis relacionadas ao campo de trabalho, representado na quarta etapa. Para a definição das variáveis a serem analisadas necessitou-se confirmar a disponibilidade de dados e informações, e por último definiu-se a área de estudo de caso considerando todas as etapas anteriores.

Com o intuito de contribuir em melhorias na gestão e manejo de resíduos sólidos do DF, focalizando na etapa de geração e características da composição dos RSD pela população, ou seja, os principais atores identificados são o órgão responsável pelo sistema de manejo de resíduos sólidos e a sociedade. Desta forma, diagnosticou o comportamento dos moradores de uma quadra residencial da RA Plano Piloto frente ao tema.

### 2ª Fase: Análise da Área de Estudo

A segunda fase foi definida pelo levantamento de dados, tanto pela análise gravimétrica quanto pela aplicação de questionários. Ela incluiu a decisão de quais condomínios foram analisados, quais categorias de resíduos foram consideradas na gravimetria, como e quando foram realizadas as análises e aplicação dos questionários.

### 3ª Fase: Análise Estatística Multivariada

A terceira fase representou a análise estatística dos dados levantados e obtidos na segunda fase. Tendo em vista o elevado número de variáveis envolvidas, decidiu-se por utilizar métodos de análise multivariada, destacando a análise fatorial por componentes principais e análise de *clusters*, conforme será mais detalhado ao longo do capítulo.

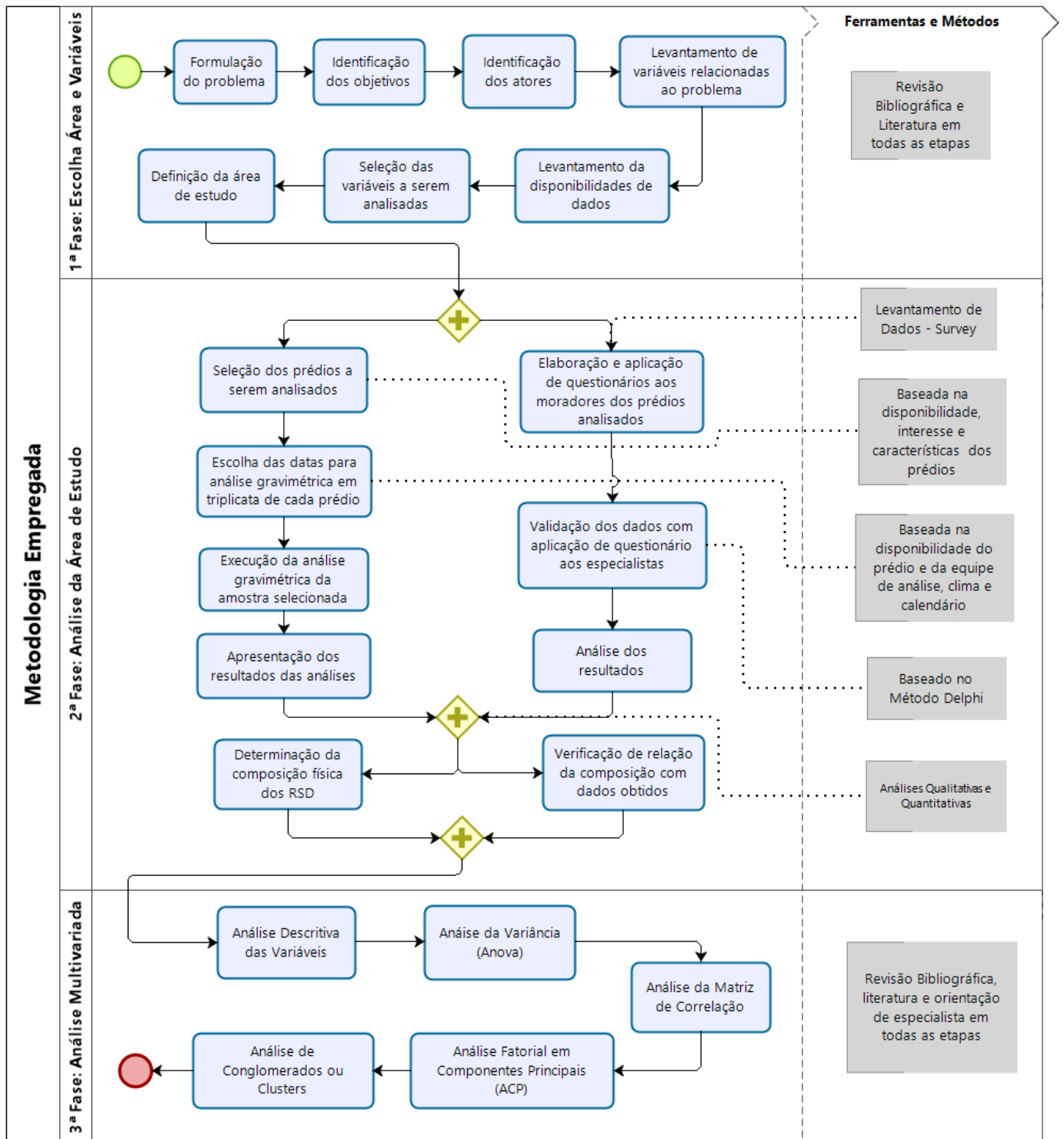


Figura 4.1 – Fluxograma com etapas da metodologia utilizada no estudo.

#### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

Brasília, cidade planejada para ser a capital do país, possui um relativo padrão de distribuição de domicílios nos bairros Asa Norte e Asa Sul, como também nos Setores Sudoeste, Noroeste e na RA do Cruzeiro, além de

outros. Cada região / bairro incluída no planejamento de Brasília, divide-se em quadras residenciais que são compostas, majoritariamente, por onze prédios de seis andares de apartamentos ou vinte prédios de três andares de apartamentos das mais variadas composições e tamanhos.

O perfil de seus moradores varia, principalmente pelo tempo de moradia no local. A Asa Sul, região mais antiga, possui uma maior taxa de idosos (pessoas com idade acima de 60 anos), equivalente a 28,73% de toda a população do bairro no ano de 2015. Ademais, quando comparada com os outros bairros do Plano Piloto, esta apresenta a maior concentração de renda *per capita* da população ativa e a maior renda média por domicílio, características que tendem a influenciar uma composição e geração de RSD diferente dos demais locais, conforme apresentado no item 3.9 (CODEPLAN, 2016).

O Plano Piloto possui um perfil característico de flutuação da população, parte devido à sua elevada taxa de atividades no setor público, conseqüentemente há uma evasão da população nos finais de semana, feriados e períodos de férias. Outros fatores que justificam essa alta evasão populacional são o elevado custo de vida na região e maioria da população ser considerada de alta renda, quando comparada à outras RA's. Sendo assim, um elevado número de domicílios diminui a geração de resíduos e apresentam características diferentes dos períodos considerados de rotina.

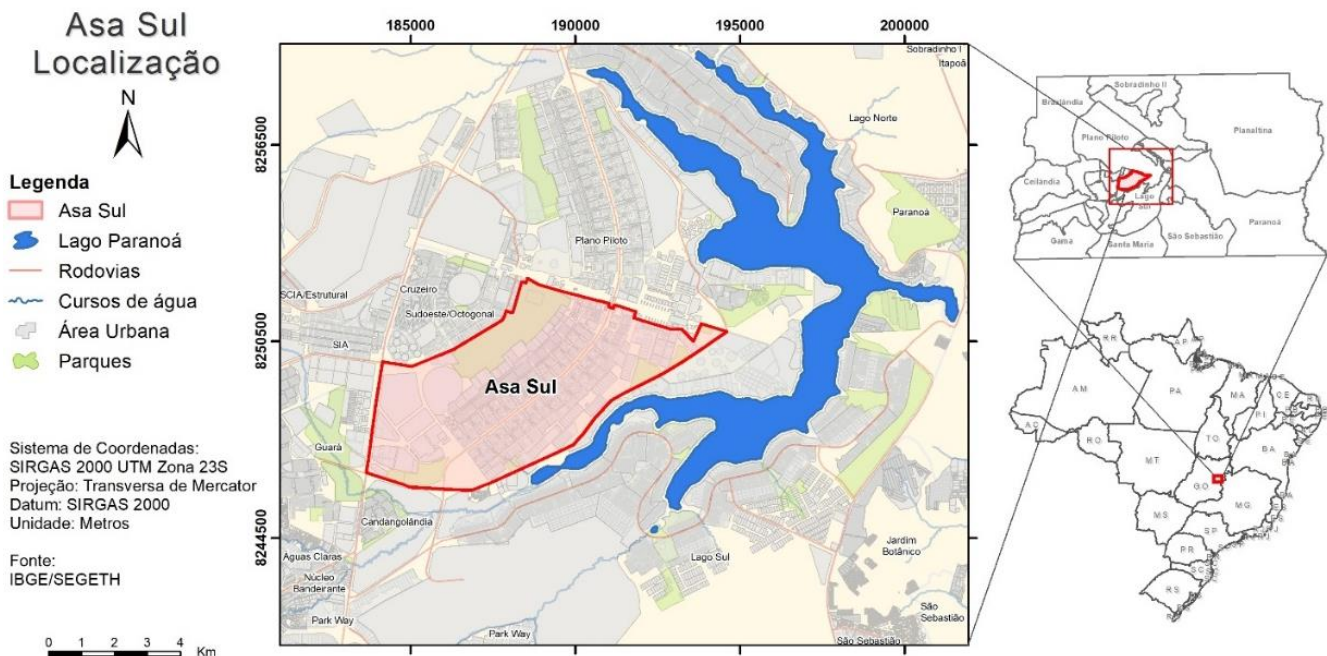


Figura 4.2 – Área de estudo, bairro Asa Sul – DF.

Frente ao crescimento do movimento “Lixo Zero”, a prefeitura da quadra SQS 113 iniciou um projeto com o objetivo de tornar-se a primeira quadra residencial lixo zero de Brasília. Isto é, a administração da quadra

iniciou um programa de separação e coleta, dos RSD gerados nos blocos residenciais, além da coleta já existente pela gestão do SLU.

A quadra é formada por um conjunto de onze condomínios verticais residenciais, abrangendo um total de 396 unidades residenciais com aproximadamente 1,2 mil moradores, além de uma escola pública no centro de sua extensão territorial, que também está engajada no projeto de separação dos resíduos. Interessante ressaltar que foi uma das primeiras quadras a serem construídas no início da execução do projeto da Asa Sul, e ainda possui moradores presentes desde o início.

Considerando este cenário, a quadra foi selecionada para o estudo pois se mostrou mais receptiva à participação e aplicação do estudo, visto que a maioria dos moradores estão mais ambientados com o assunto e o material descartado apresentava uma taxa de separação maior quando comparada à outras quadras residenciais da RA, o que facilitou e agilizou o processo de separação dos RSD nas categorias definidas para a análise gravimétrica realizada em campo.

A partir de parcerias e contratações, a quadra iniciou uma campanha de separação dos resíduos orgânicos para compostagem, dos vidros e do material reciclável produzidos em cada bloco da quadra. Cada andar de cada prumada de apartamentos recebeu um balde de 20 litros de volume para que os moradores depositassem os restos de alimentos e outros derivados orgânicos. Posteriormente os funcionários responsáveis pela limpeza do condomínio faziam a coleta e depositavam o material em uma bambona maior de volume de 50 litros, para que o recipiente menor retornasse vazio para continuidade do uso. Ao longo da semana o material era coletado e destinado para um pátio de compostagem.

Para a separação do vidro foram disponibilizadas bambonas de 200 litros de volume, para garantir o acúmulo do material gerado em uma semana, e posteriormente ser coletado e substituída a bambona por uma vazia, pela empresa parceira. Já os resíduos recicláveis separados pelos moradores, eram acondicionados em um local do condomínio até que representantes da cooperativa, parceira e responsável pela coleta dos recicláveis, retornasse para buscar.

## **4.2 AMOSTRA E VARIÁVEIS**

A escolha dos condomínios a serem analisados baseou-se em reuniões com a equipe da prefeitura da quadra e síndicos dos condomínios sugeridos para análise. Foram definidos cinco critérios de escolha, os quais são descritos a seguir:

1. Condomínio com maior parcela de moradores com idade maior que 60 anos;
2. Condomínio com alta parcela de crianças moradoras;

3. Condomínio que apresentou forte resistência em aderir à nova campanha interna de gestão dos RS da quadra;
4. Condomínios que indicavam boa receptividade dos moradores na aplicação dos questionários;
5. Disponibilidade de equipe de pesquisa para as análises gravimétricas e aplicação dos questionários.

O primeiro critério foi determinado baseando-se no objetivo de avaliar fatores que pudessem diferenciar a composição dos resíduos gerados por um conjunto de moradores com idade acima de 60 anos. Já o segundo critério foi determinado com o intuito de avaliar o que pode se considerar como extremo oposto da primeira situação observada, permitindo uma comparação da influência do perfil dos moradores na geração dos resíduos sólidos domiciliares.

O terceiro critério foi determinado com o propósito de analisar qualitativamente possíveis motivações que possam justificar a resistência dos moradores do condomínio em participar da campanha iniciada pela prefeitura da quadra.

O quarto e quinto critérios foram definidos na intenção de facilitar a realização do estudo, visto que o cenário ideal seria a participação de todos os moradores e condomínios da quadra, porém a situação era inviável para a presente pesquisa.

Por fim foram escolhidos 4 condomínios, com variadas quantidades de apartamentos, totalizando 156 unidades residenciais, representando aproximadamente 39,4% do total de domicílios de toda a quadra residencial. Porém considerando os apartamentos que estavam vazios no período da aplicação da metodologia, foram analisados os RSD de 147 apartamentos.

As variáveis analisadas ao longo do estudo foram obtidas por meio de análise gravimétrica dos RSD gerados nos condomínios selecionados. Foram realizadas 3 análises gravimétricas em cada um dos quatro condomínios, totalizando 12 amostras. Conforme será melhor detalhado no tópico 4.3.1, foram determinados o peso, volume e densidade de cada categoria de resíduos, apresentadas no Quadro 4.1, de cada análise em cada condomínio.

*Quadro 4.1 – Categorias e subcategorias escolhidas para separação dos RSD analisados.*

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>
Matéria Orgânica	Restos de Alimentos
Papel e Papelão	Papel, revistas, jornais e papelão
	Embalagem longa vida
Plásticos	PET
	PEAD
	PVC
	PEBD
	PS e PP

Metais	Alumínio e ferrosos
Vidros	Vidros
Resíduos de Saúde	Remédios, seringas, luvas, etc
Isopor	Isopor
Rejeito	Embalagens não recicláveis e não compostáveis
Banheiro	Papel higiênico, absorventes, cotonetes, etc
Fraldas	Geriátricas, bebês, animais, etc
Outros	Borracha, trapos, cabos, madeira, porcelana, etc

### 4.3 COLETA DE DADOS

#### 4.3.1 Análise Gravimétrica

Como foi mencionado no item 4.2 Amostra e Variáveis, foram realizadas três análises gravimétricas em cada um dos quatro condomínios, totalizando doze análises. Optou-se por analisar todo o resíduo gerado e descartado em um dia, ou seja, resíduos sólidos orgânicos, recicláveis e rejeitos, tendo em vista que a quantidade de material acumulado não era tão elevada e já apresentava uma “pré separação”, realizada pelos moradores e funcionários da limpeza, contribuindo com o processo de análise. Sendo assim, não foi necessária a utilização do método de quarteamento da amostra sugerido pela NBR 10007 (ABNT, 2004).

Consoante ao que foi exposto no item 4.1 Área de estudo, uma campanha de separação dos resíduos dos condomínios da SQS 113 foi iniciada a partir de uma proposta da prefeitura da quadra. Após um longo período de adaptação, definiu-se um sistema de separação dos resíduos em quatro diferentes categorias: resíduos orgânicos, rejeitos, resíduos recicláveis e vidro. Assim, as análises gravimétricas para o estudo incluíram os resíduos gerados nas quatro categorias.

As categorias de separação, para a análise, foram definidas a partir de uma avaliação generalizada do perfil dos moradores, ressaltando possíveis resíduos que seriam interessantes de serem separados, além de serem consideradas subcategorias valorizadas no mercado de reciclagem, como por exemplo o caso do plástico e suas variadas composições.

O montante coletado foi separado nas seguintes categorias:

- Resíduos Orgânicos: restos de alimentos, podas e plantas;
- Papel e Papelão: revistas, jornais, embalagem longa vida, papel branco e caixas de papelão;
- Plásticos: PET – Polietileno Tereftalato, PEAD – Polietileno de Alta Densidade, PVC – Policloreto de Vinil, PEBD – Polietileno de Baixa Densidade, PP - Polipropileno e PS - Poliestireno;
- Metais: alumínio e metais ferrosos;



- Vidros: garrafas, vasilhames, etc;
- Resíduos de Saúde: seringas, remédios vencidos, pomadas, luvas, etc;
- Isopor: bandejas de compra, marmitas, embalagens, etc;
- Resíduos de Banheiro: sacos característicos de banheiro;
- Fraldas: geriátricas, de crianças e de animais como tapetes higiênicos;
- Rejeitos: O – Bisfenol A e outros componentes do plástico, embalagens de mais de uma categoria de forma que não permitisse reciclagem como exemplo pacotes de salgadinhos, notas fiscais, materiais de difícil classificação e viabilidade de reciclagem;
- Outros: borracha, trapos, madeira, cabos, lâmpadas, eletrônicos etc.

As análises foram realizadas, preferencialmente, nas terças e quintas-feiras, de modo que não houvessem influências do quantitativo gerado e acumulado no final de semana, pois este tende a apresentar um perfil diferente dos dias úteis da semana. Também foi evitado a realização de análises no período de férias e feriados, pois a cidade apresenta uma alta evasão de pessoas, alta quantidade de moradores flutuantes. Considerando toda a logística necessária para as análises, as mesmas foram feitas nos meses de outubro, novembro, início de dezembro de 2018 e abril de 2019.

Toda a equipe participante da análise utilizou luvas, máscaras, sapatos fechados e calça comprida, como requisitos à participação, haja vista que a utilização de equipamentos de proteção individual são exigidos na NBR 10007 (ABNT, 2004). Para evitar sujeira ou qualquer tipo de desconforto ao prédio analisado, foram utilizadas lonas plásticas para cobrir o chão onde foram realizadas as análises, conforme a Figura 4.3 e Figura 4.4 mostram.



*Figura 4.3 – Foto demonstrativa de como foi realizada a análise gravimétrica.*



Figura 4.4 – Foto demonstrativa de como eram condicionados os resíduos ao longo da análise gravimétrica.

Cada categoria e subcategoria foi colocada em um recipiente de volume conhecido ou possível de medir com fita métrica, no caso optou-se por utilizar caixas de papelão retangulares e em bom estado para evitar erros de medição. Posteriormente cada categoria foi pesada, utilizando-se uma balança de precisão digital, e medida a fim de determinar o peso e o volume dos resíduos in natura, ou seja, não houve remoção da umidade presente nos mesmos para definição da densidade do material.

A composição gravimétrica foi obtida a partir da relação entre a massa de cada categoria de resíduo e a massa total de resíduos de um dia de geração, conforme a equação (1).

$$\%f_i = \frac{M_i}{M_{total}} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

$\%f_i$  é a porcentagem da categoria  $i$  dos resíduos;

$M_i$  é a massa da categoria  $i$ ;

$M_{total}$  é a massa ponderada total dos resíduos, calculada pela equação (2).

$$M_{Pond.total} = \frac{\sum_{j=1}^k M_{total\ Cj} \cdot N_{Cj}}{\sum_{j=1}^k N_{Cj}} \quad (2)$$

Onde:

$M_{Pond.total}$  é a massa ponderada total dos resíduos;

$M_{total\ Cj}$  é a massa total dos resíduos do condomínio  $C_j$ ;

$N_{Cj}$  é o número de moradores no condomínio  $C_j$ .

Obtendo-se a geração per capita média dos moradores por dia.

A mesma sequência de cálculos foi realizada com os dados de volume. Já o número de habitantes foi determinado por aplicação de questionários, que será melhor detalhado no próximo item 4.4.2.

A partir dos dados encontrados de peso e volume, foi possível determinar a densidade dos materiais, através da divisão da parcela de massa do respectivo material pelo seu volume medido.

#### 4.3.2 Aplicação de Questionário

Neste estudo a população-alvo é representada pelo conjunto de moradores dos quatro condomínios selecionados, considerados como os geradores dos RSD analisados pela gravimetria, representando um total de 147 unidades residenciais ocupadas. Com o objetivo de relacionar a composição obtida por meio da gravimetria e o perfil de seus geradores, foi definida a utilização da pesquisa de levantamento de dados ou *survey*.

A utilização de dados secundários não foi considerada viável, por não apresentar o nível de detalhamento buscado para o estudo. Visto que o tamanho da amostra é pequeno e pouco representativo, quando considerada toda a região da Asa Sul, sendo necessária a coleta de dados primários dos moradores.

A partir da pesquisa de levantamento de dados através da utilização de questionários ou entrevistas, são observadas diversas características dos elementos de uma certa população ou amostra. A observação deve ser feita de modo natural e sem interferência do pesquisador.

De acordo com Barbetta (2014), em pesquisas que envolvem aspectos íntimos dos respondentes, deve-se dar preferência a um questionário anônimo, com o cuidado de que o respondente preencha o questionário individualmente e à vontade. E as aplicações dos questionários devem ocorrer de forma homogênea.

Iarossi (2006) afirma que uma pergunta é precisa se coletar as informações procuradas de maneira confiável e válida. Não serve para perguntar ao entrevistado sobre algo que ele não entende claramente ou que está muito longe no passado para lembrar corretamente, pois isso gera informações imprecisas.

A forma como a pesquisa é apresentada, a dificuldade das questões e como são conduzidas perguntas de informações pessoais, influenciam a disposição de um participante em perspectiva de participar. Devido às necessidades únicas de cada questão, não existe uma teoria universalmente aceita sobre a formulação de questões. Há, no entanto, um acordo comum sobre o que constitui boas e más perguntas. Quatro critérios devem ser seguidos ao redigir qualquer questão: ela deve ser breve, objetiva, simples e específica (IAROSSO, 2006).

Baseando-se nestes critérios e nas observações feitas durante as análises gravimétricas, elaborou-se um questionário para ser aplicado em cada domicílio dos quatro condomínios estudados. O conteúdo do

questionário foi dividido, conforme apresentado no Anexo 1, conceitualmente em três partes que visam caracterizar a unidade habitacional:

Parte I (Questões 1 a 4) – Perguntas que indiquem as características demográficas e econômica dos domicílios, consideradas informações pessoais como: endereço, número de moradores e funcionários na residência, frequência de trabalho dos funcionários, renda média do domicílio, idade dos moradores;

Parte II (Questões 5 a 9) – Perguntas que indiquem o perfil de consumo dos moradores quanto à alimentação, se preparam comida em casa, ou se preferem comprar refeições prontas embaladas e congeladas, se utilizam com frequência aplicativos de entrega de comida, se compram com frequência produtos pela internet, e quando observam maior acúmulo de resíduos na residência;

Parte III (Questões 10 a 19) – Perguntas que indiquem o grau de consciência ambiental e comportamento pró ambiental dos moradores, como: descarte de lâmpadas, pilhas, baterias e outros eletrônicos pelos moradores da residência, descarte de remédios vencidos e materiais de saúde pelos moradores da residência, uso de sacolas reutilizáveis durante as compras, reutilização de sacolas plásticas nas lixeiras do apartamento, uso de garrafas de água reutilizáveis, preferência por produtos com embalagem ou sem embalagens, compra de embalagens econômicas ou refil, assinante de revista ou jornal, e por fim hábitos de leitura e discussão a respeito de temas ambientais.

As perguntas referentes à terceira etapa do questionário foram escolhidas com dois objetivos, o primeiro encontrar justificativas para a composição dos resíduos determinada pelas análises gravimétricas, e a segunda aproveitar a oportunidade de contato com os moradores para conhecer mais o perfil pró ambiental e levantar indicativos de como melhorar a campanha de educação ambiental realizada pela prefeitura da quadra.

A aplicação dos questionários ocorreu em duas etapas nos meses de fevereiro e junho. Primeiramente houve uma tentativa de aplicar os questionários a partir de uma entrevista presencial, porém tendo em vista a dificuldade em encontrar uma grande parcela da população em casa, optou-se por distribuir os questionários em envelopes para que os próprios moradores respondessem às questões de maneira anônima. A entrega dos questionários contou com uma carta de apresentação do projeto e convite à participação no projeto.

Porém, visualizando uma pequena participação dos moradores em responder ao questionário, decidiu-se por aplicar um questionário com pessoas que soubessem bastante a respeito dos moradores de uma maneira geral, baseando-se no Método Delphi, de modo que fosse obtido um panorama geral do perfil dos moradores de cada condomínio.

O método Delphi foi desenvolvido na década de 50 pela RAND Corporation (Califórnia, EUA) com o principal objetivo de obter consenso sobre um determinado evento, de uma maneira mais confiável possível, a partir da

opinião de peritos através de uma série de questionários. A partir de então, o método vem sendo utilizado como estratégia para o desenvolvimento do consenso e apoio ao processo decisório para diversos campos de conhecimento (LINSTONE; TUROFF, 2002; MASSUKADO, 2004).

A técnica do método consiste em um processo interativo, e o seu objetivo maior é obter uma ampla gama de opiniões para a definição do escopo e gerenciamento de riscos de um projeto, a partir da consulta a um grupo de especialistas. No caso dos condomínios analisados os especialistas entrevistados foram os funcionários da limpeza e o porteiro. O questionário aplicado é apresentado no Anexo 2.

#### 4.4 ANÁLISE DE DADOS

Para a análise dos dados obtidos através da análise gravimétrica e aplicação de questionários, tendo em vista o elevado número de variáveis e a existência de uma relação entre elas, foram aplicados os métodos estatísticos de análise multivariada, utilizando-se do *software Statistic*, com a intenção de responder aos questionamentos levantados e apresentados nos objetivos específicos deste estudo.

Os resultados obtidos foram submetidos às seguintes análises: análise descritiva, análise de variância, análise de correlação, análise fatorial em componentes principais e a análise de *clusters*.

A análise descritiva dos dados de densidade de cada categoria em cada uma das amostras, foi utilizada para determinar as médias e desvio padrão de cada categoria de resíduos analisados. A análise de variância foi utilizada para definir se havia ou não diferença entre os resíduos gerados entre os quatro condomínios analisados.

A matriz de correlação foi utilizada para verificar a correlação entre as categorias de RSD definidas. Já a análise fatorial em componentes principais determinou fatores que definem os perfis característicos dos resíduos sólidos domiciliares de áreas com o perfil próximo ao da área de estudo.

A análise de *clusters*, foi empregada a abordagem hierárquica. Os agrupamentos foram representados graficamente por dendograma que ilustram tanto as possíveis aglomerações como a sua consistência relativa que varia em função da “proximidade” entre os indivíduos em termos da distância euclidiana.

Todos os valores selecionados em cada uma das análises, basearam-se na tabela do fator F com nível de significância de 0,05.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados e analisados os dados e resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia descrita no capítulo anterior. Três grandes etapas compõem o presente capítulo, representadas por: (i) análise das amostras obtidas pela caracterização física dos resíduos; (ii) aplicação de questionários e (iii) análise estatística.

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DOS CONDOMÍNIOS

A partir da utilização do método Delphi, foi possível levantar informações gerais do perfil dos moradores de cada um dos quatro condomínios analisados, haja vista, que dos 147 apartamentos que receberam os questionários, 34 responderam, representando 23,13% dos domicílios analisados. As respostas estão apresentadas em formato de gráficos no Anexo 3.

A primeira informação importante que diferencia os condomínios, é a sua quantidade de apartamentos. Como não foram obtidas respostas dos questionários de todos os apartamentos, a entrevista com os funcionários do condomínio, possibilitou determinar a quantidade exata de apartamentos ocupados durante o período das análises, conforme é apresentado na Tabela 5.1. Possibilitou-se, também, definir um número aproximado de moradores, distribuição etária dos mesmos, quantidade de funcionários e frequência de trabalho no período de uma semana, informações que serão utilizadas mais à frente na discussão dos resultados.

*Tabela 5.1 – Informações levantadas com a aplicação de questionários pelo método Delphi.*

<b>Condomínio</b>	<b>Nº Apartamentos</b>	<b>Nº Moradores</b>	<b>Nº Funcionários</b>
<i>C1</i>	22	67	15
<i>C2</i>	45	118	8
<i>C3</i>	45	103	23
<i>C4</i>	35	71	25

Um ponto levantado ao longo do estudo foi a influência do trabalho das secretárias domésticas ou outros funcionários, no quantitativo e composição dos RS gerados nas residências, principalmente na determinação *per capita*. Como identificado com a relação apresentada na Figura 5.1.

A frequência dos funcionários obtida pela aplicação dos questionários indicou que na maioria dos domicílios, e nos quatro condomínios, os funcionários trabalham nos dias úteis, ou seja, de segunda a sexta-feira. Considerando que o período padrão de trabalho é de 6 a 8 horas, ao longo do dia, os funcionários passam mais

tempo no ambiente de trabalho do que em suas próprias casas, representando uma determinada parcela nos resíduos gerados.

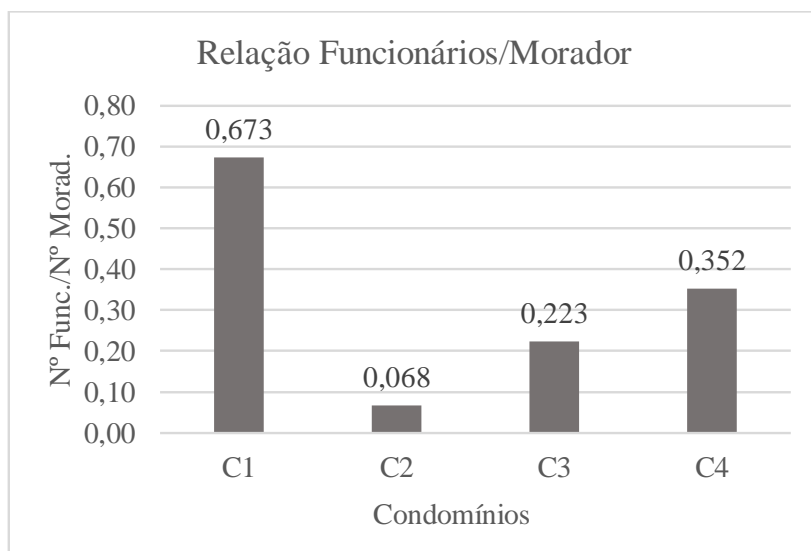


Figura 5.1 – Relação do número de funcionários por morador, para cada condomínio.

Outro fator a ser considerado é que muitos desses funcionários são contratados para preparar refeições, caracterizando assim, a geração de resíduos orgânicos. Como exemplo, no condomínio C1 foi observado que na maioria dos apartamentos os moradores fazem as refeições em casa. Um fator que contribui para esse comportamento é a idade dos moradores, como apresentado na Figura 5.2 e na Tabela 5.2, o condomínio C1 apresenta 71,6% dos moradores com idade acima de 60 anos.

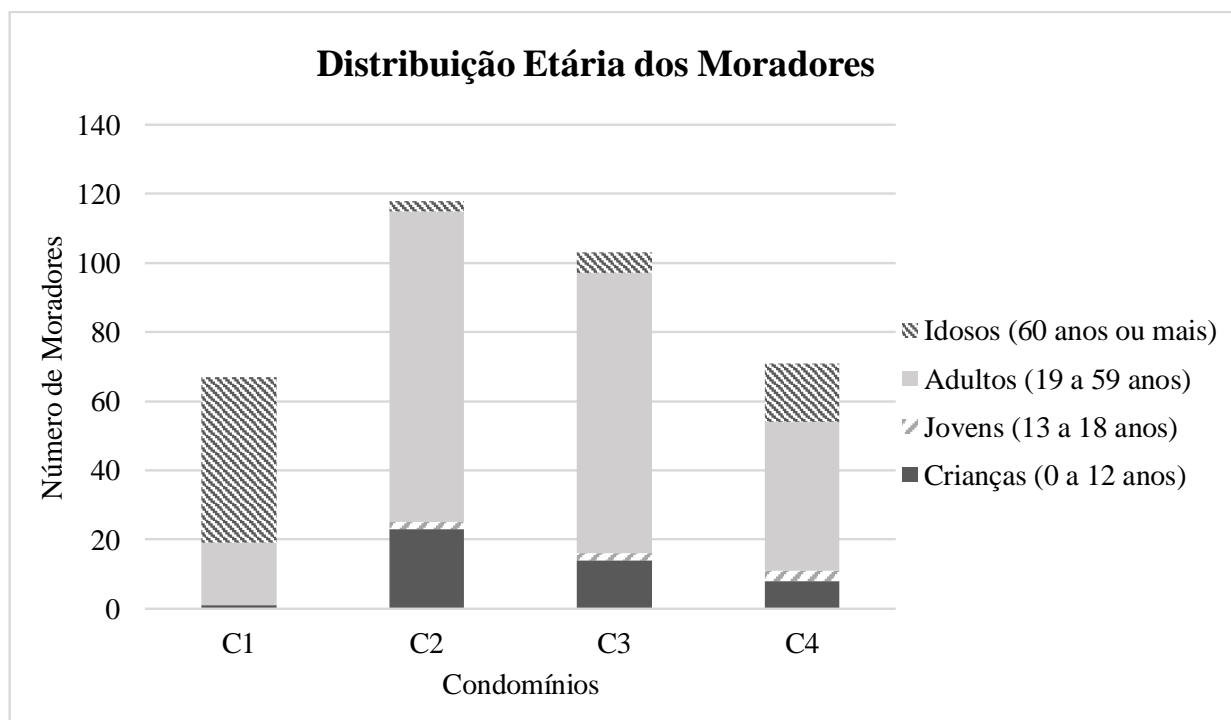


Figura 5.2 – Distribuição, aproximada, da idade dos moradores nos condomínios.

Tabela 5.2 – Número estimado de moradores, por grupo etário de cada condomínio.

Condomínio	Crianças (0 a 12 anos)	Jovens (13 a 18 anos)	Adultos (19 a 59 anos)	Idosos (60 anos ou mais)	Total de Moradores
C1	1	0	18	48	67
C2	23	2	90	3	118
C3	14	2	81	6	103
C4	8	3	43	17	71

Pessoas com idade maior de 60 anos possuem a tendência de estarem aposentadas e passarem mais tempo em casa, principalmente em relação à alimentação, porém não são comportamentos definitivos. Com o aumento da qualidade de vida, observa-se uma maior participação desse grupo, questionando-se a partir de qual idade deve-se considerar uma pessoa como idosa. Mudanças que já são visualizadas em países europeus.

A partir da Figura 5.2 é possível observar que os critérios de idade definidos para escolha da amostra foram cumpridos. O condomínio C1 apresenta maioria dos moradores com idade acima de 60 anos, por outro lado o condomínio C2 possui 19,5% de crianças, os condomínios C3 e C4 com proporções de crianças, jovens e adultos muito próximas, diferenciando somente a parcela de idosos.

De acordo com o levantamento do PDAD – Plano Piloto, a renda domiciliar mensal da Asa Sul corresponde a R\$ 16.080,79 (18,27 SM) e a per capita, R\$ 6.330,96 (7,19 SM). Os resultados obtidos através dos questionários, apresentaram valores próximos a este intervalo, como apresentado na Figura 5.3, concluindo que a média de renda domiciliar na área de estudo, varia entre o intervalo de 5 a 20 ou mais salários mínimos (CODEPLAN 2016).

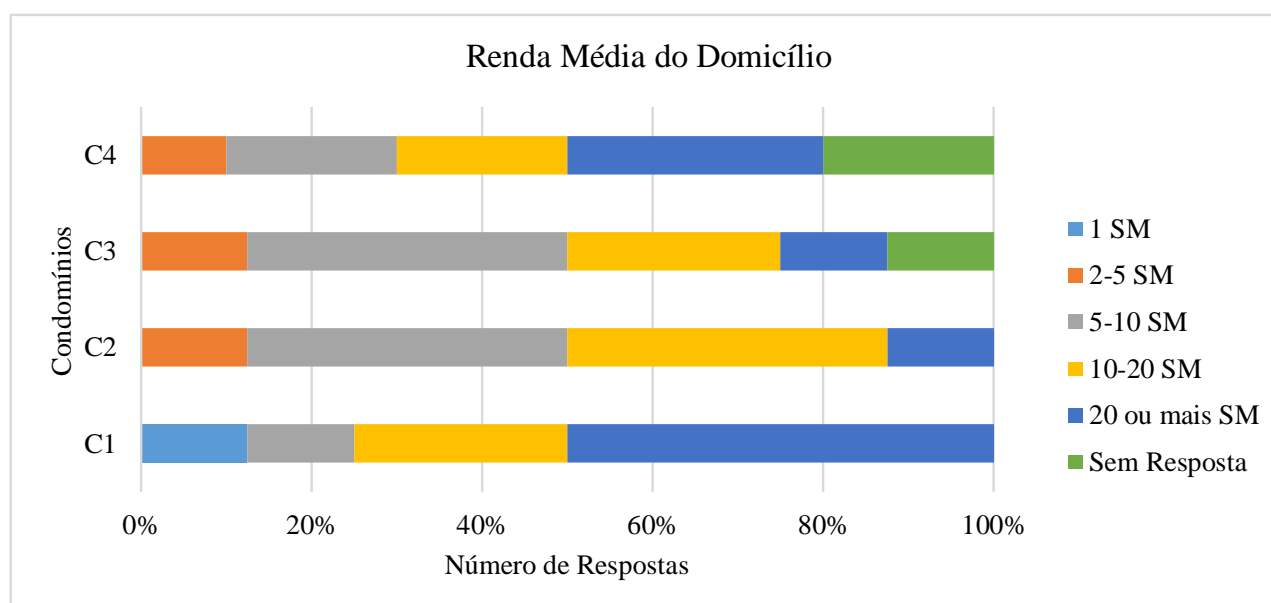


Figura 5.3 – Resultados da quarta pergunta dos questionários, com indicativo de renda média dos domicílios.



## 5.2 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES

A composição gravimétrica foi determinada dividindo-se o total observado de cada categoria de resíduo pela quantidade de moradores do respectivo condomínio analisado. Nesse caso não foi considerada a participação dos funcionários, somente os que realmente moram no domicílio em que trabalham, ou revezam turnos, como por exemplo cuidadores e enfermeiros, e ao todo representam a presença de mais uma pessoa gerando resíduos.

Cada uma das amostras analisadas representam o montante coletado em dois turnos pelos funcionários da limpeza dos condomínios, exemplo, uma análise realizada em uma terça-feira no turno da tarde, corresponde à soma dos resíduos descartados segunda-feira no período da tarde e terça-feira no período da manhã. No Anexo 4 estão apresentados os dados observados pela média simples das três gravimetrias em cada condomínio.

A partir dos valores médios obtidos com as doze amostras, ponderados pela quantidade de moradores de seus respectivos condomínios, foi possível determinar um valor médio total de geração de resíduos sólidos domiciliares por morador em um dia. A Figura 5.4 apresenta, em forma de gráfico de barras, os valores de geração média per capita por dia de cada um dos condomínios analisados, e ainda apresenta o dado médio geral da área de estudo. Os dados são apresentados em formato de tabela no Anexo 5.

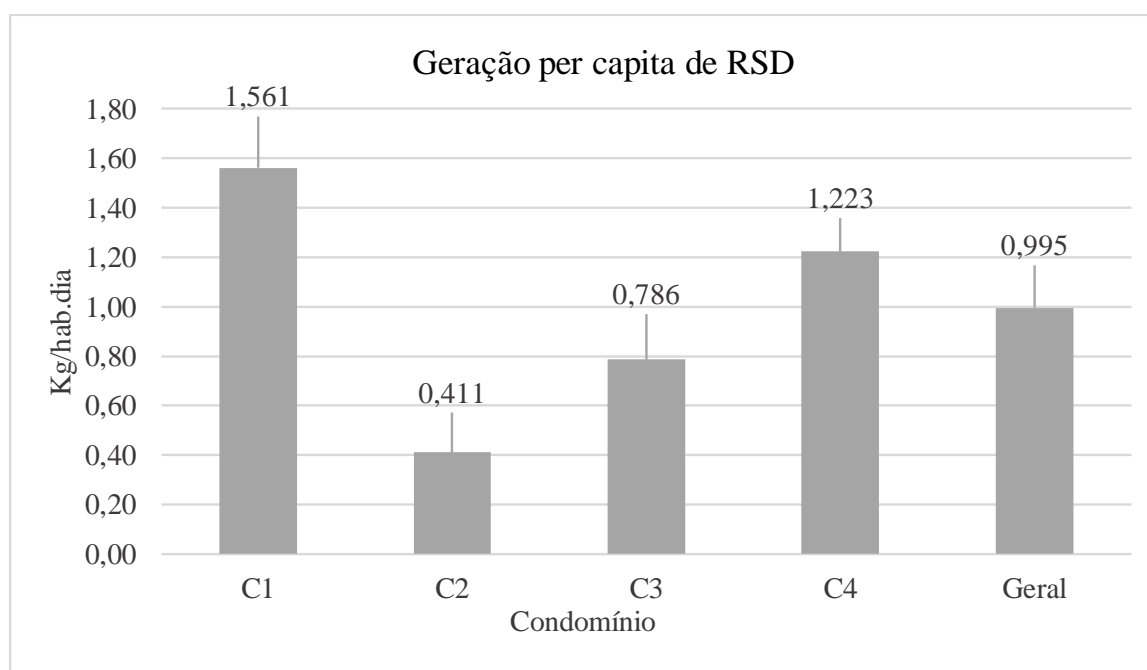


Figura 5.4 - Comparativo da geração per capita de RSD por condomínio.

Essa diferença de valores de geração *per capita*, principalmente entre os dois primeiros condomínios é justificada pela rotina dos moradores, diretamente relacionada à distribuição etária. Os moradores do condomínio C1 possuem uma rotina de maior permanência em suas residências, realizando suas refeições diárias, tanto nos dias comuns, quanto nos períodos de férias.

Já os moradores do condomínio C2 possuem um perfil completamente oposto. Número elevado de crianças, famílias divididas com rotina de trabalho e escola. Conseqüentemente, os moradores passam mais tempo fora de casa, tendem a fazer as refeições em restaurantes, cantinas ou pedido de entrega de alimentos. Dessa forma, são gerados nos dias úteis, uma menor quantidade de resíduos sólidos, principalmente resíduos orgânicos.

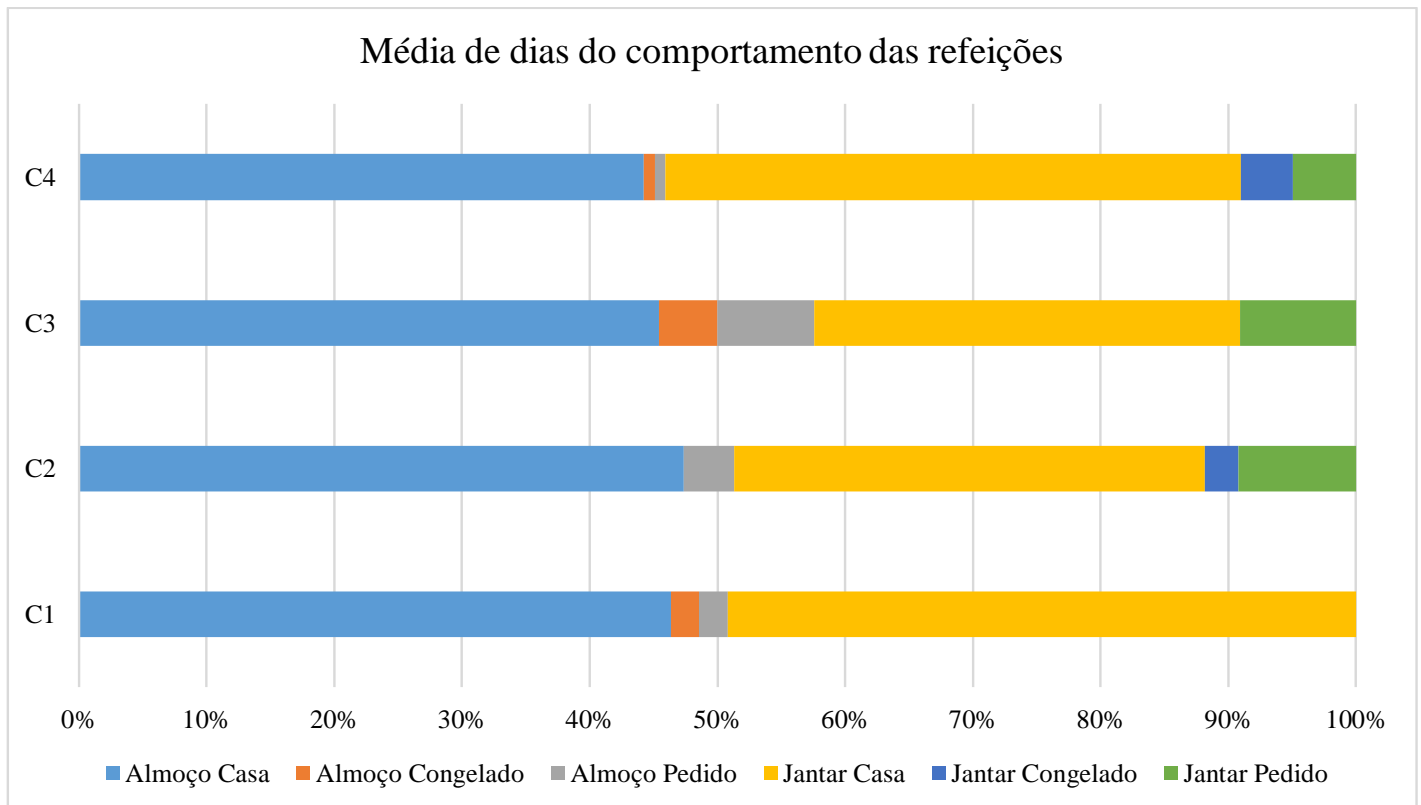


Figura 5.5 – Gráfico indicativo do comportamento dos moradores quanto ao perfil de refeições.

A partir de consultas com os funcionários, observou-se haver um consenso de todos que a segunda-feira é o dia de maior acúmulo de resíduos, no intervalo de uma semana. Isto pode ser justificado por dois principais argumentos: - o acúmulo dos RSD gerados no sábado e no domingo que é somado ao da segunda-feira, quando finalmente é coletado pelo sistema SLU-DF, e - a rotina dos moradores que nos finais de semana permanecem mais tempo em casa.

A partir de uma média simples dos valores ponderados pelo número de moradores de cada condomínio, foi possível determinar a composição gravimétrica per capita média para os quatro condomínios, apresentada em formato de gráfico na Figura 5.6 e em tabela no Anexo 6A. No Anexo 7 são apresentadas, em formato de gráfico, a composição gravimétrica encontrada em cada um dos condomínios, a partir do valor médio das três gravimetrias, ponderado pelo número de moradores de cada.

A composição gravimétrica *per capita* encontrada indicou que 54% do total dos resíduos analisados, compõe os restos de alimentos, ou seja, resíduos orgânicos. Dado próximo ao encontrado por outros estudos em

diferentes regiões do Brasil, confirmando-se assim que a presente análise técnica de RSD está alinhada às demais conclusões obtidas em pesquisas semelhantes como Franco (2012), Frescá et al. (2008) e Rezende et al. (2013).

A segunda maior parcela é definida pelos rejeitos, massa de resíduos com grande tendência à diminuição a depender da participação dos moradores na separação dos RSD. A ação dos moradores de misturar os resíduos sólidos recicláveis com os resíduos orgânicos, transforma-os em rejeitos, inviabilizando assim a reciclagem e tratamento desses materiais. Já a terceira maior parcela, representando 8% do total dos resíduos analisados, é composta pelas fraldas, tanto geriátricas quanto de bebês.

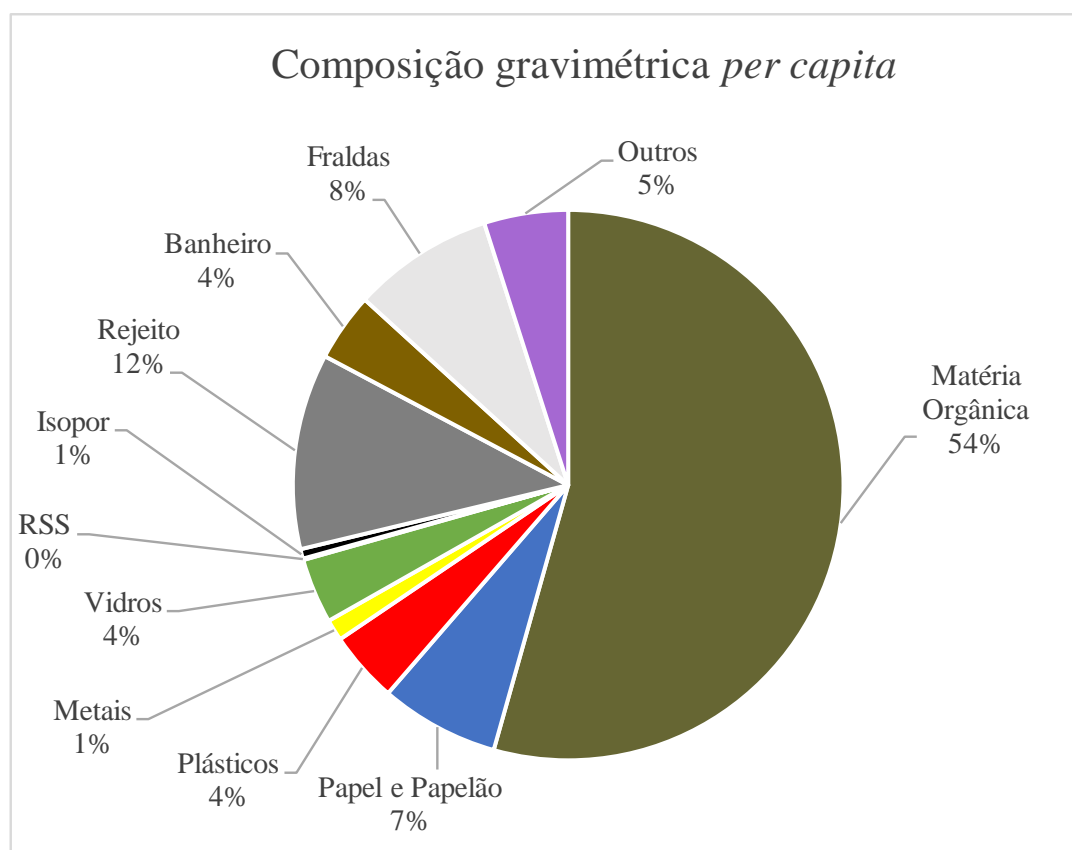


Figura 5.6 – Composição gravimétrica *per capita* dos moradores dos quatro condomínios analisados.

Dos resíduos recicláveis, a categoria papel e papelão apresentou maior percentual de 7%, em seguida as categorias plásticos e vidros com 4%, e por fim as categorias de metais e isopor com 1%. Importante salientar a diferença de peso entre os materiais, principalmente ao analisar as categorias de isopor, plástico, papel e papelão, as quais apresentam peso extremamente baixo, porém volume considerável, próximos do volume das categorias de matéria orgânica, rejeito e fraldas.

No montante de todas as amostras, apenas em duas foi observada a presença de resíduos sólidos de saúde. Apesar da indicação de zero percentual (0%), na Figura 5.6, essa categoria se destaca perante o todo e há

expectativa de crescente geração destes resíduos de remédios e de produtos médicos derivados, vide Figura 5.7, onde se observa um aumento dos serviços *home care*, ou seja, atendimento domiciliar de saúde, principalmente, para pessoas idosas. Portanto, dentro do cenário estudado e esperado, o quantitativo observado de RSS foi pouco expressivo.

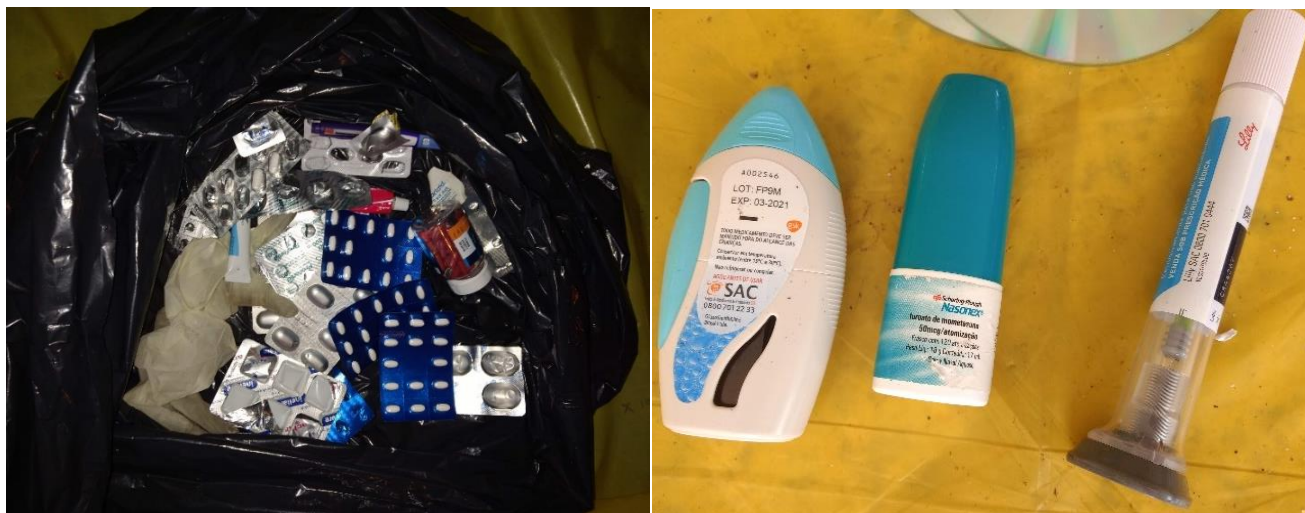


Figura 5.7 – Exemplos de resíduos de saúde considerados durante o estudo.

Verificou-se uma expressiva parcela de rejeitos, justificada pelo elevado número de embalagens com variadas categorias de identificação e composição, sendo consideradas inviáveis economicamente, não permitindo o tratamento por meio de reciclagem, e assim, são dispostas em aterros sanitários. Por decorrência, surge o debate frente à produção excessiva e a permissão da comercialização de tais produtos, que gerarão resíduos de baixo aproveitamento e elevado impacto ambiental.

Outra categoria de RSD, que merece destaque, são as fraldas e os resíduos de banheiro, cuja quantidade expressiva observada pelos funcionários dos condomínios, definiu a necessidade de separação em categorias individualizadas. A Figura 5.8, apresenta em forma de gráfico a distribuição da geração *per capita* de cada um dos condomínios em relação às categorias específicas de matéria orgânica, rejeitos, banheiro e fraldas. Os valores exatos são apresentados em formato de tabela no Anexo 5.

Comparando-se os dados contidos na Figura 5.2 (Idade dos moradores) e Figura 5.8 (Geração de fraldas), identifica-se com destaque o descarte de fraldas pelos moradores do condomínio C1, ou seja, confirma-se que a presença maior de idosos tende a gerar um maior quantitativo de fraldas geriátricas.

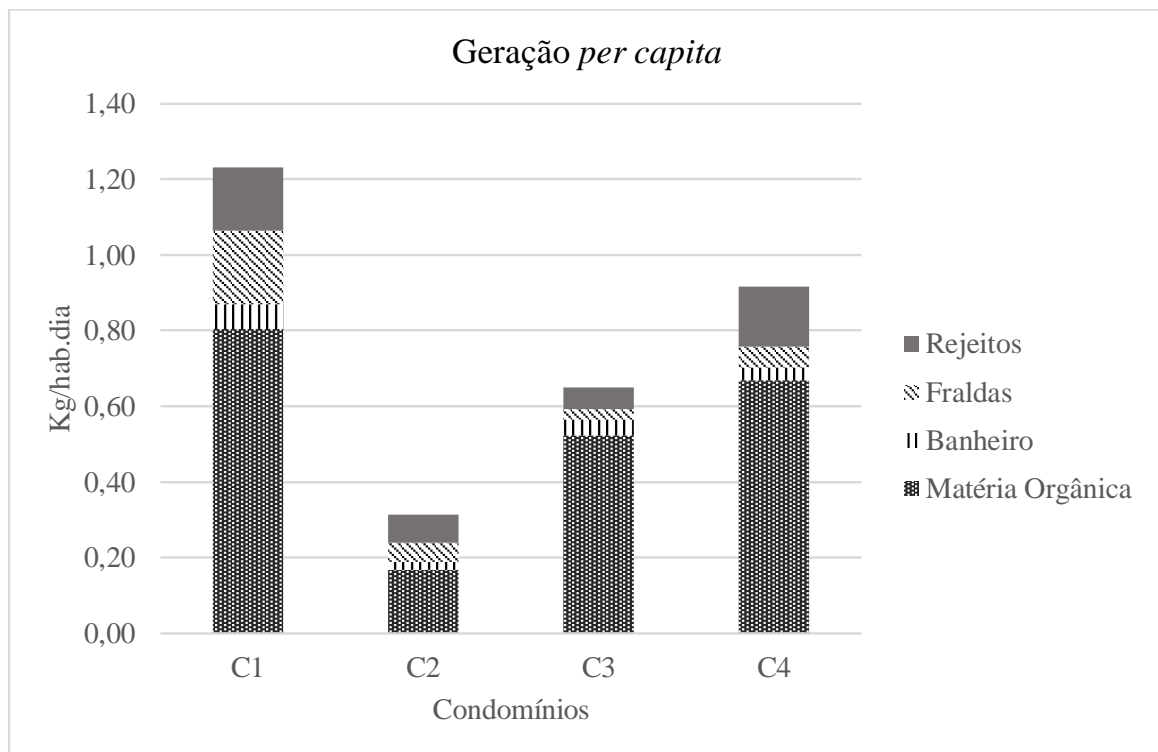


Figura 5.8 – Geração per capita de matéria orgânica, banheiro, fraldas e rejeito observada em cada condomínio.

Ao todo as análises foram realizadas no período da tarde de terças e quintas, com exceção de uma quarta-feira, quando foram realizadas duas análises, haja vista ser o único dia que a equipe de auxílio teve disponibilidade. Neste contexto, cabe destacar que essa foi uma das maiores dificuldades ao longo do trabalho, além da ocorrência de chuvas no período, obrigando o adiamento de algumas análises programadas.

Atendendo a disponibilidade de três gravimetrias por condomínio, definiu-se por realizar as análises em períodos que não apresentassem uma variação dos RSD gerados, muito elevada, como por exemplo nos feriados e férias. Sendo assim, das doze gravimetrias, seis análises foram realizadas em outubro, uma em novembro, uma no início de dezembro e quatro em abril.

Caso houvesse estrutura para a realização de um maior número de gravimetrias, a metodologia ideal incluiria a análise dos resíduos gerados ao longo de uma semana em diferentes estações do ano, de modo a avaliar a variação do comportamento de geração e composição frente um maior número de variáveis e condicionantes.

Outra fonte de erros nas análises gravimétricas foi a dificuldade em determinar o volume ocupado pelo material, quando estes apresentavam pouca ou muita quantidade e volume, ou por estarem em condições que impedissem sua medição, como exemplo a categoria de papel e papelão mostrada na Figura 5.9. Visto existir separação nos condomínios, por exemplo, em muitos casos foi estimada a quantidade de algumas categorias de RSD, pois muitos dos materiais estavam misturados aos resíduos gerados em diferentes datas, como os resíduos orgânicos destinados à compostagem e o vidro, apresentado na Figura 5.10.



Figura 5.9 – Foto demonstrativa da dificuldade em se determinar o volume de algumas categorias.



Figura 5.10 – Exemplo de como ocorre o acondicionamento de todos os vidros descartados pelos moradores do prédio, até que a empresa responsável realize a coleta.

### 5.3 FATORES DETERMINANTES NA COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES

Para a análise de fatores e componentes principais da composição dos RSD, utilizou-se a variável dependente densidade ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), pois esta relaciona tanto os dados de massa quanto de volume, e não necessita de ponderação do número de domicílios ou moradores.



A Tabela 5.3 expõe as medidas descritivas dos valores de densidade obtidos para cada uma das 11 categorias dentro das 12 amostras gravimétricas. A partir dessas medidas foi feita a análise de variância e avaliada a correlação entre as categorias determinadas de RSD. Os valores exatos são apresentados em formato de tabela no Anexo 6B.

Tabela 5.3 – Análise descritiva dos dados de densidade (kg/m<sup>3</sup>).

<i>Categoria dos RSD</i>	<b>Amostras</b>	<b>Média</b>	<b>Média Mínima</b>	<b>Média Máxima</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<i>Matéria Orgânica</i>	12	352,576	204,787	635,593	113,638
<i>Papel e Papelão</i>	12	91,329	31,252	214,297	54,145
<i>Plástico</i>	12	90,815	50,685	187,881	42,543
<i>Metal</i>	12	64,187	18,80	247,152	62,819
<i>Vidro</i>	12	144,122	0,00	351,924	120,257
<i>Resíduos de Saúde</i>	12	12,520	0,00	150,240	43,371
<i>Isopor</i>	12	12,740	1,227	45,238	12,526
<i>Rejeito</i>	12	75,829	45,894	155,108	30,625
<i>Banheiro</i>	12	57,961	35,335	131,111	25,624
<i>Fraldas</i>	12	140,094	0,00	263,978	74,959
<i>Outros</i>	12	94,226	0,00	484,450	134,075

Conforme apresentado anteriormente, a utilização do teste estatístico (Anova), foi feita quanto à presença de uma diferença significativa entre os valores de densidade das categorias de RSD dos quatro condomínios.

Conforme Levin apresenta, quanto maior a razão F, ou seja, quanto maior a variação entre os grupos com relação à variação dentro dos grupos, maior a probabilidade de rejeitar-se a hipótese nula e aceitar-se a hipótese experimental (1987).

Tabela 5.4 – Análise de variância (Anova).

<i>Fonte da Variação</i>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>Fator F</b>
<i>Condomínios</i>	3	4531690	1510563	1,1416 ns
<i>Categorias dos RSD</i>	8	10585009	1323126	
<i>Total</i>	11	15116700	1374245	

A Tabela 5.4 apresenta os valores obtidos no processo de determinação do fator F. A partir da análise da tabela dos valores F aos níveis de significância de 0,05 e 0,01, concluímos que não é possível rejeitar a hipótese nula, isto é, não há diferença significativa da densidade dos RSD dos condomínios pesquisados, estatisticamente não se pode concluir que há uma variação entre os resíduos gerados pelos moradores dos condomínios, à partir das doze amostras analisadas.

Subsequentemente, foi determinada a matriz de correlação do valor de densidade entre as categorias de resíduos dos quatro condomínios, exposto na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Matriz de correlação entre os dados de densidade de cada categoria de RSD.

<b>Matriz de Correlação</b>	<i>Matéria Orgânica</i>	<i>Papel e Papelão</i>	<i>Plástico</i>	<i>Metais</i>	<i>Vidro</i>	<i>RSS</i>	<i>Isopor</i>	<i>Rejeito</i>	<i>Banheiro</i>	<i>Fraldas</i>	<i>Outros</i>
<i>Matéria Orgânica</i>	1,00										
<i>Papel e Papelão</i>	0,182	1,00									
<i>Plástico</i>	0,185	0,205	1,00								
<i>Metais</i>	0,003	0,257	<b>0,829</b>	1,00							
<i>Vidro</i>	-0,298	0,225	0,310	0,519	1,00						
<i>RSS</i>	-0,174	-0,205	-0,04	-0,137	0,370	1,00					
<i>Isopor</i>	<b>0,770</b>	0,317	0,417	0,45	-0,197	-0,289	1,00				
<i>Rejeito</i>	<b>0,583</b>	0,119	-0,144	-0,069	-0,392	-0,043	<b>0,614</b>	1,00			
<i>Banheiro</i>	<b>0,750</b>	0,168	0,070	0,155	-0,196	-0,088	<b>0,853</b>	0,561	1,00		
<i>Fraldas</i>	<b>0,635</b>	0,194	0,542	0,384	-0,064	-0,101	<b>0,640</b>	0,474	0,528	1,00	
<i>Outros</i>	-0,028	-0,163	-0,079	-0,084	0,325	-0,055	-0,219	-0,278	-0,183	-0,160	1,00

A análise de correlação mostrou que são estatisticamente significativas as correlações entre a densidade dos resíduos orgânicos com os demais produtos identificados como: isopor, rejeitos, resíduos de banheiro e fraldas. Os coeficientes são positivos e significativamente diferentes de zero, a 5% de probabilidade.

Acredita-se que esses resultados são influenciados pelo tempo que os moradores passam em casa. Provavelmente o elevado montante de resíduos orgânicos demonstra que um maior número de refeições está sendo realizadas nas residências, conseqüentemente, os moradores frequentam mais suas residências, utilizando-se do banheiro e gerando o descarte de fraldas. Já a relação com os resíduos de isopor pode se justificar à elevada quantidade de embalagens de alimentos, bandejas, ou embalagens derivadas comércio de entrega domiciliar dos pedidos, via internet ou aplicativos.

A categoria de papel e papelão não apresentou correlação significativa a 5% de probabilidade com nenhuma das demais categorias. Em contrapartida as categorias de plástico e metal apresentaram uma correlação positiva, justificada, provavelmente pelas relações de peso e volume, tendo em vista que qualitativamente, o metal foi apresentado em menor quantidade comparado ao plástico, em contrapartida o metal possui maior peso e menor volume do que o plástico.

A falta de correlação dos resíduos de vidro e dos resíduos de saúde com as demais categorias se deve pelo pequeno número de amostras, e a dificuldade em determinar de forma precisa seus valores, principalmente no



caso do vidro que possui uma separação individual e se misturava com o material gerado em outros dias que não o analisado.

E por último a falta de correlação da categoria outros deve-se à elevada variação de materiais gerados e separados para esta categoria, não apresentando ao longo das análises nenhum padrão.

A partir dos resultados obtidos pela matriz de correlação, foi possível definir, através da análise fatorial em componentes principais (ACP), quais categorias de RSD representam até 92,35% da variância total, sendo estas divididas em seis componentes principais.

Cada componente é uma combinação linear das variáveis originais. Basicamente, um coeficiente linear é calculado através da decomposição da matriz de correlação, fornecendo os pesos ou cargas conferidas a cada variável na composição de cada componente. Portanto, cada componente resume um conjunto de características comuns aos indivíduos analisados, permitindo atribuir a cada componente principal uma espécie de rótulo, que traduza como o conjunto de variáveis que são forte e conferem uma certa “personalidade” (SILVA, 2008 *apud* MINGOTI, 2005).

A Tabela 5.6 apresenta a matriz de autovalores e autovetores para os seis primeiros componentes principais (CP). Como consequência da propriedade de ortogonalidade, cada componente pode ser interpretado separadamente.

Tabela 5.6 – Análise de componentes principais das categorias de RSD em função dos dados de densidade

<b>Componentes Principais</b>	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>	<b>CP5</b>	<b>CP6</b>
<i>Matéria Orgânica</i>	<b>0,809</b>	-0,051	0,113	-0,103	0,069	0,438
<i>Papel e Papelão</i>	0,122	0,132	0,094	0,076	<b>0,967</b>	0,04
<i>Plástico</i>	0,038	<b>0,899</b>	0,023	0,032	0,041	0,365
<i>Metal</i>	0,139	<b>0,959</b>	0,033	0,034	0,127	-0,076
<i>Vidro</i>	-0,203	0,527	-0,523	-0,413	0,314	-0,267
<i>Resíduos de Saúde</i>	-0,092	-0,064	<b>-0,964</b>	0,061	-0,129	0,017
<i>Isopor</i>	<b>0,879</b>	0,328	0,214	0,134	0,122	0,126
<i>Rejeitos</i>	<b>0,715</b>	-0,269	-0,035	0,281	0,077	0,257
<i>Banheiro</i>	<b>0,955</b>	0,054	0,008	0,069	0,024	-0,038
<i>Fraldas</i>	0,512	0,364	-0,003	0,069	0,069	<b>0,703</b>
<i>Outros</i>	-0,096	-0,052	0,034	<b>-0,971</b>	-0,085	-0,012
<u>Autovalor</u>	<u>3,21</u>	<u>2,35</u>	<u>1,27</u>	<u>1,24</u>	<u>1,11</u>	<u>0,98</u>
<u>% Variância Explicada</u>	<u>29,14</u>	<u>21,35</u>	<u>11,58</u>	<u>11,30</u>	<u>10,05</u>	<u>8,93</u>
<u>% Total Acumulado da Variância Explicada</u>	<u>29,14</u>	<u>50,49</u>	<u>62,07</u>	<u>73,37</u>	<u>83,42</u>	<u>92,35</u>

No primeiro componente as variáveis com maior peso positivo são, em sua maioria, “as ditas úmidas”, ou seja, os resíduos orgânicos, rejeitos, banheiro e fraldas, além do resíduo de isopor que foge do padrão por ser considerado um resíduo seco. Porém é um resultado dentro do esperado, tendo em vista que as categorias ditas úmidas apresentaram maior parcela na maioria das amostras e, na análise média da composição gravimétrica *per capita*.

O segundo componente tem como variáveis de maior peso positivo as categorias de plástico e metal, resíduos secos que estatisticamente apresentaram maior correlação, como apresentado anteriormente, representando assim os resíduos “ditos secos”. Os terceiro e quarto componentes principais são definidos pelos resíduos de saúde e a categoria outros, respectivamente.

O quinto componente principal é definido pela categoria papel e papelão, e o sexto componente principal pela categoria fraldas. Qualitativamente, era esperado uma maior representação percentual de ambos os componentes, tendo em vista, durante as análises ambas as categorias se apresentaram em elevada quantidade e volume.

Conforme Harley Silva apresenta, o método ACP identifica as interações que acontecem entre os indivíduos e as variáveis. Já a Análise de Clusters (AC) identifica agrupamentos de indivíduos através do cálculo das distâncias entre os pontos que cada um representa num espaço geométrico formado pelas variáveis selecionadas, ou seja, este minimiza a variância dentro do grupo e maximiza entre os grupos.

Na AC, utilizando-se o método hierárquico com a distância euclidiana quadrática, definindo um corte na distância de 300, quanto maior a distância euclidiana, mais diferentes são os comportamentos das categorias de RSD, conforme é visualizado na representação gráfica do método de conglomerados hierárquicos, dendograma apresentado na Figura 5.11 a seguir, obtiveram-se quatro clusters:

Cluster 1 – composto pelos resíduos da categoria outros;

Cluster 2 - composto pela categoria de vidros;

Cluster 3 – apresenta maior variedade de categorias de resíduos, incluindo resíduos de fraldas, banheiro, rejeitos, isopor, metais, plásticos, papel e papelão;

Cluster 4 – englobando os resíduos orgânicos.

Comparando os resultados obtidos pela matriz correlação, análise de componentes principais e análise de clusters, identifica-se uma elevada relação entre os resíduos das categorias fraldas, banheiro, rejeitos e isopor.

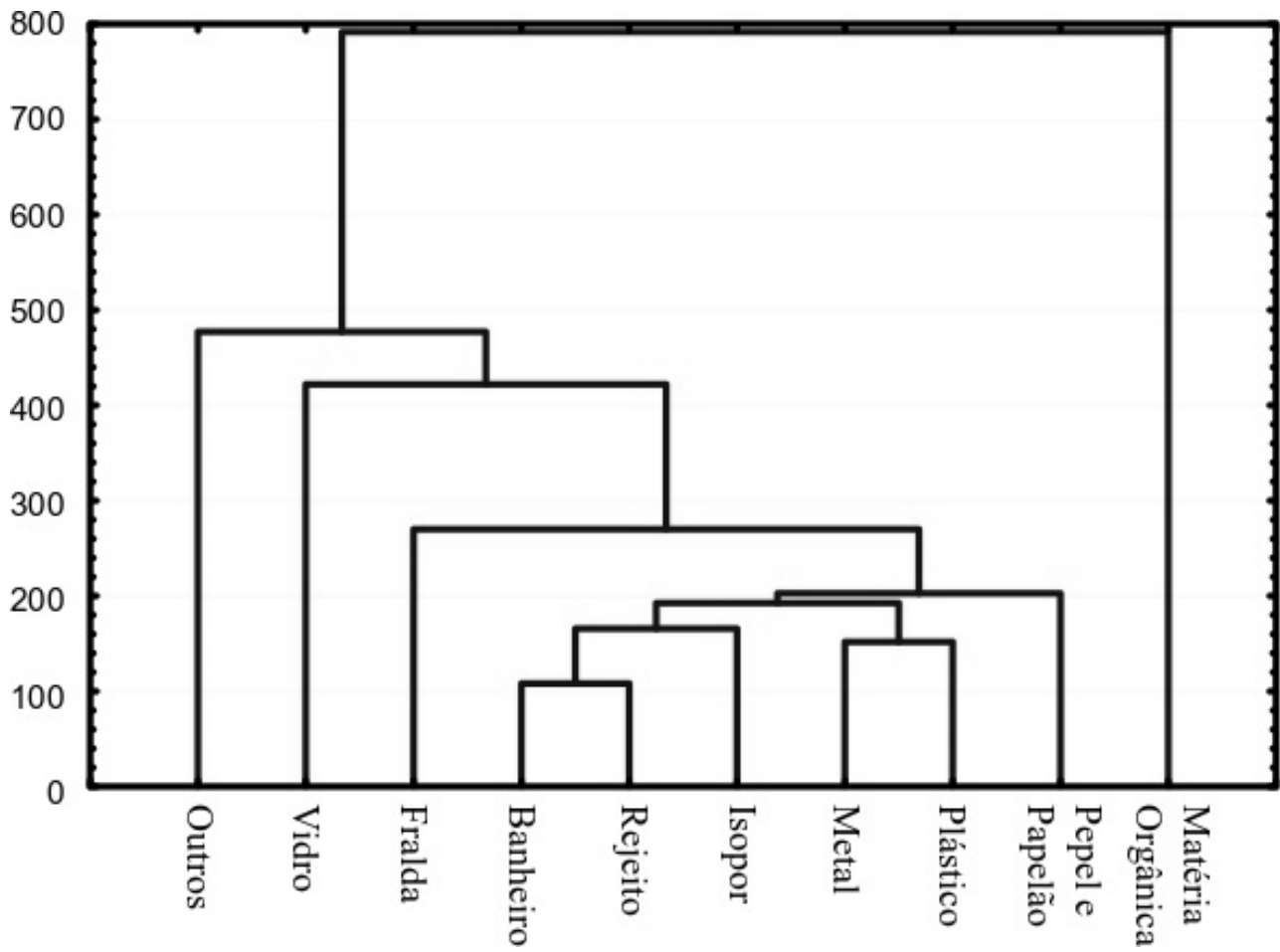


Figura 5.11 – Dendrograma, representação gráfica do método de conglomerados hierárquicos.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados pelas análises gravimétricas realizadas, mostraram uma composição próxima ao esperado, quando comparada ao apresentado no capítulo 3, que trata da revisão bibliográfica e fundamentação teórica. Dentre as categorias desta composição, a parcela de resíduos orgânicos se destaca em um percentual superior à metade do todo, seguida das parcelas de rejeitos e fraldas.

Visto o comparativo deste levantamento gravimétrico com outros estudos já realizados no Brasil e em outros países, pode-se confirmar estabelecidas conclusões referentes aos RSD. Em destaque, neste estudo, observou-se o comportamento de geração de resíduos sólidos pelas pessoas idosas, com idade acima de 60 anos, com elevada renda média *per capita* e alto padrão de consumo, resultando em uma maior e específica geração de RSD *per capita*.

Exemplo disso, foi a considerável parcela de fraldas observada, principalmente, naquele condomínio com maior presença de moradores idosos, cuja conclusão estabelece a identificação de um indicativo qualitativo e quantitativo dos RSD. Também, a parcela de resíduos de saúde, nos quais se enquadram os medicamentos e demais produtos médicos e farmacêuticos, mesmo não tendo representatividade quantitativa, mostrou-se ser uma tendência de geração dos RSD pelos moradores idosos.

Na análise das informações obtidas, surgiu a discussão frente a presença diária e a participação de funcionários domésticos no quantitativo de RSD gerados, considerando-se a premissa de existir uma correlação entre a elevada parcela de resíduos orgânicos, justificada pela preparação das refeições nas próprias residências.

Na aplicação do método de análise de variância, estatisticamente, não se pode concluir que há uma variação entre os resíduos gerados pelos moradores dos condomínios, com o limite de apenas doze amostras analisadas.

A análise de correlação mostrou que os coeficientes são positivos e diferentes de zero, a 5% de probabilidade, ou seja, são estatisticamente significativas as correlações entre a densidade dos resíduos orgânicos com os demais produtos identificados como: isopor, rejeitos, resíduos de banheiro e fraldas.

Já na análise fatorial de componentes principais, essas mesmas categorias foram definidas como primeiro componente principal, ou seja, estas representam 29,14% da variância total dos resíduos, com exceção da categoria de fraldas, que sozinha representa 8,93% da variância total, determinando o sexto componente principal. A análise definiu que seis componentes principais são necessários para determinar 92,35% da variância total.

A análise de *clusters*, estabelecido por quatro agrupamentos, também, direcionou a conclusão deste estudo a mais um indicativo de que a presença da categoria de fraldas, junto às categorias banheiro, rejeitos, isopor, metal, plástico, papel e papelão, é resultante da ação geradora de RSD pela significativa parcela de idosos.

De forma geral, conclui-se que apesar da importância dos resíduos recicláveis frente à campanha de diminuição dos impactos ambientais derivados das atividades de consumo da sociedade, sendo destaque nas mídias e meios de comunicação em massa, é extremamente importante ampliar o olhar da gestão e manejo dos resíduos sólidos urbanos frente a elevada parcela de resíduos orgânicos, resíduos derivados de banheiro e rejeitos derivados dos resíduos sólidos domiciliares, principalmente, ao se estimar um aumento quantitativo da geração desses resíduos ao longo dos próximos anos.

## **7. RECOMENDAÇÕES**

Entende-se que a metodologia conjunta de aplicação de questionários, análises gravimétricas e posterior análise estatística, faz-se adequada na determinação de correlações entre variáveis sociodemográficas e a geração per capita de RSD. Porém, para pretendidos futuros estudos, sugere-se realizar o levantamento de um maior número de amostras para a realização das análises gravimétricas. Dando-se preferência em analisar os resíduos gerados ao longo de uma semana, em diferentes estações do ano, ou diferentes situações, a exemplo dos períodos de férias e longos feriados.

Interessante, também, realizar análises comparativas em regiões com diferente distribuição etária e de renda média, com o intuito de observar se o resultado obtido por este estudo será reproduzido.

Uma sugestão de tema para futuros estudos na área de resíduos sólidos urbanos é a análise da influência e participação da existência de funcionários e secretárias domésticas, conforme foi citado ao longo do trabalho, visto que moradores que possuem essa categoria de trabalhadores tendem a permanecer maior período em suas residências e, principalmente, a realizar suas refeições nela, aumentando, desta forma, a geração de resíduos sólidos orgânicos.

Frente ao futuro cenário de maior geração de resíduos de fraldas e derivados de banheiro, sugere-se que pesquisas sejam destinadas à avaliação de métodos de tratamento ou disposição final mais adequado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10007: Resíduos Sólidos - Amostragem de Resíduos**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 9. ed. Florianópolis : Ed. Da UFSC, 2014. 320p.

BARROS, R. T. DE V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte : Tessitura, 2012. 424 p.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 30 de maio de 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. Altera a lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 30 de maio de 2018.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 37.568, de 24 de agosto de 2016**. Dispõe sobre a responsabilidade dos grandes geradores de resíduos sólidos, altera o Decreto nº 35.816, de 16 de setembro de 2014, e dá outras providências. Brasil, 2016. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=327825>>

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de Estatística em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536324692/>>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2015**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/habitacao/19897-sintese-de-indicadores-pnad2.html?edicao=9129&t=resultados>>. Acesso em: 24 de junho de 2018.

IBGE. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 03 de julho de 2019.

IAROSSE, G. **The power of survey design: a user's guide for managing surveys, interpreting results, and influencing respondents**. Washington, D. C. : The World Bank, 2006.

JUCÁ, J. F. T. **Estudos e proposição de modelagem para execução eficiente dos serviços públicos de**

- limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no Distrito Federal. Produto 2.** Brasília: SLU, 2016.
- LEVIN, J. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas.** 2. ed. São Paulo : Harbra, 1987.
- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2016.** São Paulo - SP: 2017.
- BANDARA, N. J. G. J. et al. Relation of waste generation and composition to socio-economic factors: A case study. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 135, n. 1–3, p. 31–39, 2007.
- CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitaria Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 171–180, 2012.
- CARDOSO, M. S. S. **A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na RIDE-DF : A geração e a coleta seletiva.** [s.l.] Universidade de Brasília, 2016.
- CEMPRE. **Lixo Municipal Manual de Gerenciamento Integrado.** 4. ed. São Paulo (SP): 2018.
- CODEPLAN. **Pesquisa distrital por amostra de domicílios - Plano Piloto - PDAD/DF 2016.** Brasília, DF: Governo do Distrito Federal, 2016.
- CONTRERAS, F. et al. Drivers in current and future municipal solid waste management systems: Cases in Yokohama and Boston. **Waste Management and Research**, v. 28, n. 1, p. 76–93, 2010.
- FRANCO, C. S. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e percepção dos hábitos no descarte no sul de Minas Gerais.** Lavras: Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2012.
- FRÉSCA, F. R. C. et al. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos. **Revista DAE**, p. 48–57, 2008.
- GDF. **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** Brasília - DF: 2016.
- GHINEA, C. et al. Forecasting municipal solid waste generation using prognostic tools and regression analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 182, p. 80–93, 2016.
- 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, 2015.
- GU, B. et al. **Characterization, quantification and management of China’s municipal solid waste in spatiotemporal distributions: A review** **Waste Management**, 2017.
- JURAS, I. DA A. G. M. Legislação sobre resíduos sólidos : comparação da Lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos. **Estudo Consultoria Legislativa Câmara dos Deputados Anexo III**, p. 55, 2012.
- LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. The Delphi Method: Technology and Applications. p. 616, 2002.



- LIU, C.; WU, X. W. Factors influencing municipal solid waste generation in China: A multiple statistical analysis study. **Waste Management and Research**, v. 29, n. 4, p. 371–378, 2011.
- MASSUKADO, L. M. **Sistema de Apoio à Decisão : Avaliação de Cenários de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares**. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, 2004.
- OJEDA-BENÍTEZ, S.; VEGA, C. A.; MARQUEZ-MONTENEGRO, M. Y. Household solid waste characterization by family socioeconomic profile as unit of analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 52, p. 992–999, 2008.
- PLANSAB. **Plano Nacional de Saneamento Básico - Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014.
- REZENDE, J. H. et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 1–8, 2013.
- SANTOS, C. L. DOS. **Análise de possíveis locais para instalações de contêineres semienterrados – estudo de caso em áreas carentes do Distrito Federal**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2017.
- SILVA, F. L. DA. **Hierarquização de alternativas para o gerenciamento de resíduos sólido urbano reciclável no Distrito Federal**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2017a.
- SILVA, H. **Aspectos demográficos associados à geração de resíduos domiciliares no município de Belo Horizonte, 2002**. [s.l.] Faculdade de Ciências Econômicas, 2008.
- SILVA, L. R. DE M.; MATOS, E. T. A. R. DE; FISCILETTI, R. M. D. S. Resíduo Sólido Ontem E Hoje : Evolução Histórica Dos Resíduos Sólidos Na Legislação Ambiental Brasileira. **AREL FAAR, Ariquemes, RO**, v. 5, n. 2, p. 126–142, 2017.
- SILVA, S. P. A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Texto para Discussão**, v. 2268, jan. 2017b.
- SIMÕES, C. C. DA S. **Relações entre as alterações históricas na dinâmica demográfica brasileira e os impactos decorrentes do processo de envelhecimento da população**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2016. v. 4
- SLU. **Relatório da análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Distrito Federal - 2015**. Brasília - DF: 2015.

SLU. **Relatório de atividades SLU - 2017**. Brasília - DF: 2017.

SLU. **Relatório de Encerramento da Gestão 2015 - 2018**. Brasília - DF: 2018.

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, n. 1, p. 56–63, 2015.

WORLD BANK. What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management. **Urban development series knowledge papers**, v. 15, 2012.

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, n. 2, p. 377–384, 2014.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### Questionário Moradores – Segunda Fase Projeto Final de Engenharia Ambiental

Tendo em vista a proposta científica, solicitamos que apenas pessoas maiores de 18 anos preencham às 19 perguntas do questionário.

#### Endereço:

Preencher somente para controle de respostas pelos pesquisadores.

\_\_\_\_\_

#### 1. Número de pessoas na residência:

Escreva o valor referente no espaço disponível.

Moradores

\_\_\_\_\_

Funcionários

\_\_\_\_\_

#### 2. Idade dos residentes:

Preencher espaço com o número de moradores nos respectivos intervalos de idade.

\_\_\_\_\_ 0 a 4 anos

\_\_\_\_\_ 15 a 18 anos

\_\_\_\_\_ 60 a 64 anos

\_\_\_\_\_ 5 a 6 anos

\_\_\_\_\_ 19 a 24 anos

\_\_\_\_\_ 65 a 79 anos

\_\_\_\_\_ 7 a 9 anos

\_\_\_\_\_ 25 a 39 anos

\_\_\_\_\_ 80 anos ou mais

\_\_\_\_\_ 10 a 14 anos

\_\_\_\_\_ 40 a 59 anos

#### 3. Frequência de trabalho dos funcionários:

Marcar opção que melhor se aplica.

Uma vez na semana

De segunda a sexta (dias úteis)

Duas vezes na semana

De segunda a domingo (todos os dias)

Três vezes na semana

De 15 em 15 dias

Outro \_\_\_\_\_

**4. Renda média dos moradores da residência em número de salários mínimos:**

Marcar opção que melhor se aplica.

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Até 1 salário mínimo            | <input type="checkbox"/> Entre 5 a 10 salários mínimos  |
| <input type="checkbox"/> Entre 1 a 2 salários mínimos    | <input type="checkbox"/> Entre 10 a 20 salários mínimos |
| <input type="checkbox"/> Entre de 2 a 5 salários mínimos | <input type="checkbox"/> Mais de 20 salários mínimos    |

**5. Em média, considerando o período do almoço em um intervalo de uma semana, quantos dias os moradores da residência:**

Preencha com valores de 0 a 7 referente à quantidade de dias, sendo 0: nenhum dia e 7: todos os dias.

Preparam a comida do almoço na própria residência ..... \_\_\_\_\_.

Compram marmita de restaurantes, ou comida embalada e congelada, e fazem a refeição na residência.  
\_\_\_\_\_.

Fazem pedido de comida através de serviços de entrega ..... \_\_\_\_\_.

**6. Em média, considerando o período do jantar em um intervalo de uma semana, quantos dias os moradores da residência:**

Preencha com valores de 0 a 7 referente à quantidade de dias, sendo 0: nenhum dia e 7: todos os dias.

Preparam a comida do almoço na própria residência ..... \_\_\_\_\_.

Compram marmita de restaurantes, ou comida embalada e congelada, e fazem a refeição na residência.  
\_\_\_\_\_.

Fazem pedido de comida através de serviços de entrega ..... \_\_\_\_\_.

Responda as perguntas 7 e 8 considerando uma escala de 1 a 5 para as respostas, sendo 1: baixa frequência e 5: alta frequência:

**7. Em média, considerando o intervalo de um mês, com qual frequência os moradores utilizam serviços de entrega de alimentos (ex: ifood, uber eats, rappi, etc) na residência?**

- |                            |                            |  |
|----------------------------|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 5             |
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> Não aplicável |

**8. Em média, considerando o intervalo de um mês, com qual frequência os moradores utilizam serviços de compra, de produtos no geral, via internet?**

- |                            |                            |  |
|----------------------------|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 5             |
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> Não aplicável |

**9. Em média, considerando o intervalo de uma semana, quais dias se observa maior acúmulo de lixo?**

Dias úteis

Fim de semana

**10. Como é realizado o descarte de lâmpadas, pilhas, baterias e outros eletrônicos pelos moradores da residência?**

São descartados no lixo comum.

São descartados em pontos comunitários, ex: ponto comum do condomínio, trabalho ou quadra.

São descartados em pontos de entrega voluntária, ex: ONGs, cooperativas de reciclagem ou campanhas de supermercados e estabelecimentos comerciais.

**11. Como é realizado o descarte de remédios vencidos e materiais de saúde pelos moradores da residência?**

São descartados no lixo comum.

São descartados no vaso sanitário.

São descartados em pontos de entrega voluntária, por exemplo: farmácias, hospitais ou postos de saúde.

**12. Ao realizar compras, costumam levar/utilizar sacolas de tecido reutilizáveis?**

Sim, levo sempre que possível.

Não, não possuo sacolas reutilizáveis.

**13. Reutiliza sacolas plásticas em casa, por exemplo no lixo?**

Sim, faço sempre.

Não, descarto no lixo comum.

**14. Ao saírem de casa, costumam levar garrafas de água reutilizáveis para os locais?**

Sim, levo sempre que possível.

Não, prefiro comprar uma água caso julgue necessário.

**15. Ao fazer compras de frutas e verduras, prefere os produtos embalados ou sem embalagem?**

Prefiro embalado, considero mais limpo e higiênico.

Prefiro sem embalagem, considero desnecessária.

Escolho de acordo com preço ou marca específica desejada.

**16. Têm preferência em comprar produtos de embalagem econômica, ou seja, maior volume ou uso para refil?**

Sim, busco comprar embalagens que tenham maior quantidade de produto.

Não, prefiro com embalagens de uso individual caso tenha.

**17. É assinante de alguma revista ou jornal?**

Sim

Não

**18. Possui o hábito de ler a respeito de assuntos ambientais?**

Sim

Não

**19. Possui o hábito de conversar sobre assuntos ambientais com amigos ou familiares?**

Sim

Não

Muito obrigada por sua participação!

Cordialmente,

Janaína Domingues e Francisco Contreras

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental  
Faculdade de Tecnologia  
Universidade de Brasília  
Campus Darcy Ribeiro

## ANEXO 2

### QUESTIONÁRIO JUÍZES – MÉTODO DELPHI

#### 1. Número de moradores:

---

---

#### 2. Idade dos moradores:

\_\_\_\_\_ Crianças (0 a 12 anos)

\_\_\_\_\_ Adultos (19 a 59 anos)

\_\_\_\_\_ Jovens (13 a 18 anos)

\_\_\_\_\_ Idosos (60 anos ou mais)

#### 3. Valor do condomínio do prédio:

---

#### 4. Dias que se observa maior geração de resíduos (lixo)?

Segunda-feira

Sexta-feira

Terça-feira

Sábado

Quarta-feira

Domingo

Quinta-feira

Observações: \_\_\_\_\_

---

#### 5. Frequência de secretárias domésticas ou outros funcionários.

Uma vez na semana

De segunda a sexta (dias úteis)

Duas vezes na semana

De segunda a domingo (todos os dias)

Três vezes na semana

De 15 em 15 dias

Observações: \_\_\_\_\_

---

#### 6. Rotina em casa de modo geral dos moradores.

- Costumam passar mais tempo em casa.
- Passam mais tempo fora de casa.
- Meio termo, observa-se as duas situações.

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**7. Rotina dos moradores em períodos de férias ou feriados.**

- Costumam viajar.
- Costumam ficar em casa.

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**8. Os moradores costumam estar em casa no horário do almoço?**

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**9. Os moradores costumam estar em casa no horário do jantar?**

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**10. Frequência de pedidos de entrega de comida, considerando o intervalo de uma semana.**

- 1: baixa frequência
- 2
- 3: média frequência
- 4
- 5: alta frequência

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**11. Frequência de encomendas de produtos via internet, considerando o intervalo de um mês.**

1: baixa frequência

4

2

5: alta frequência

3: média frequência

Observações: \_\_\_\_\_

---

**12. Nível de colaboração na separação dos resíduos**

1: baixa frequência

4

2

5: alta frequência

3: média frequência

Observações: \_\_\_\_\_

---

**13. Como é realizado o descarte de lâmpadas, pilhas, baterias e outros eletrônicos pelos moradores da residência?**

Existe um local de descarte comum no bloco ou quadra.

É responsabilidade do morador.

Observações: \_\_\_\_\_

---

**14. Alguns moradores são assinantes de revistas ou jornais?**

Observações: \_\_\_\_\_

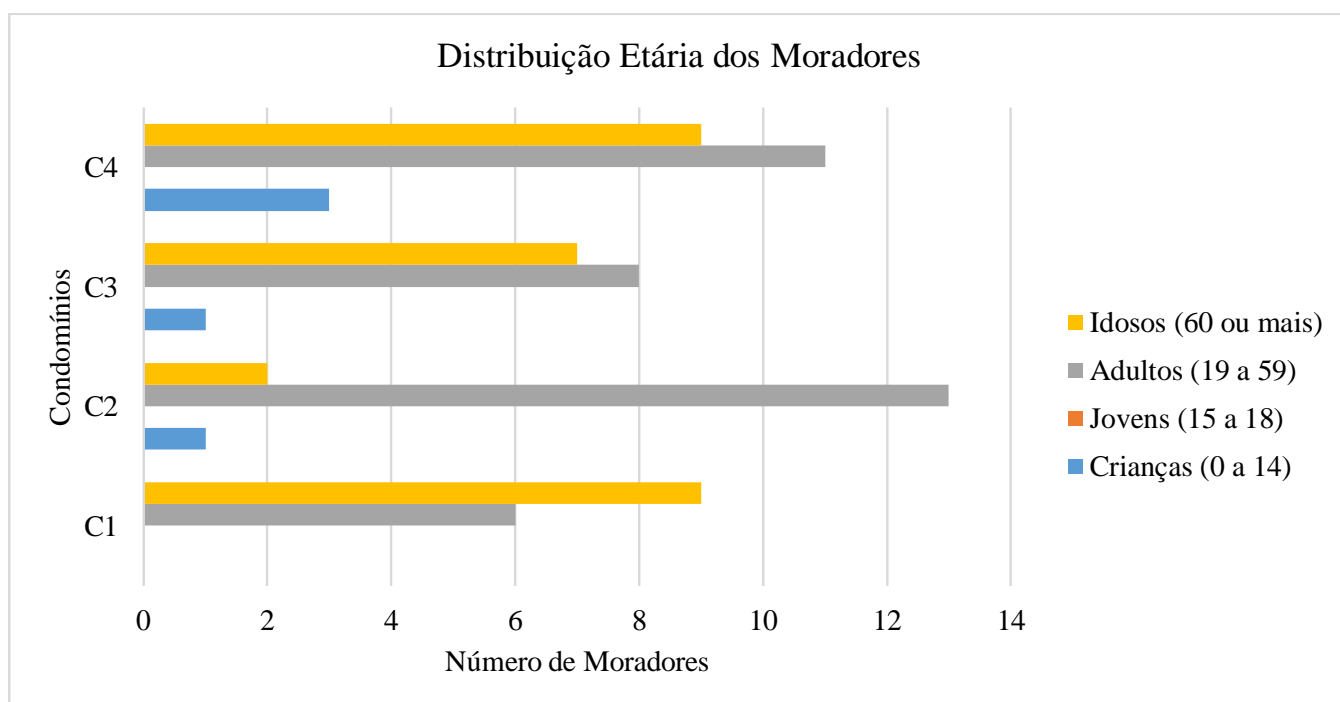
---

## ANEXO 3 – Resultados respostas dos questionários.

### QUESTÃO 1

Condomínio	Moradores	Funcionários
C1	15	11
C2	16	3
C3	16	8
C4	21	11

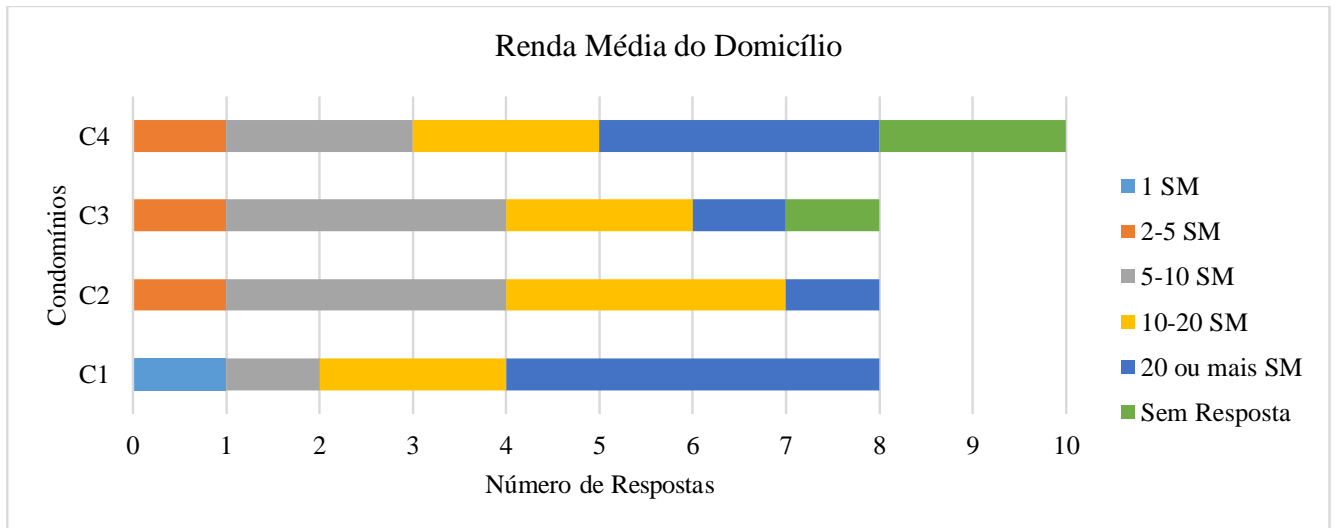
### QUESTÃO 2



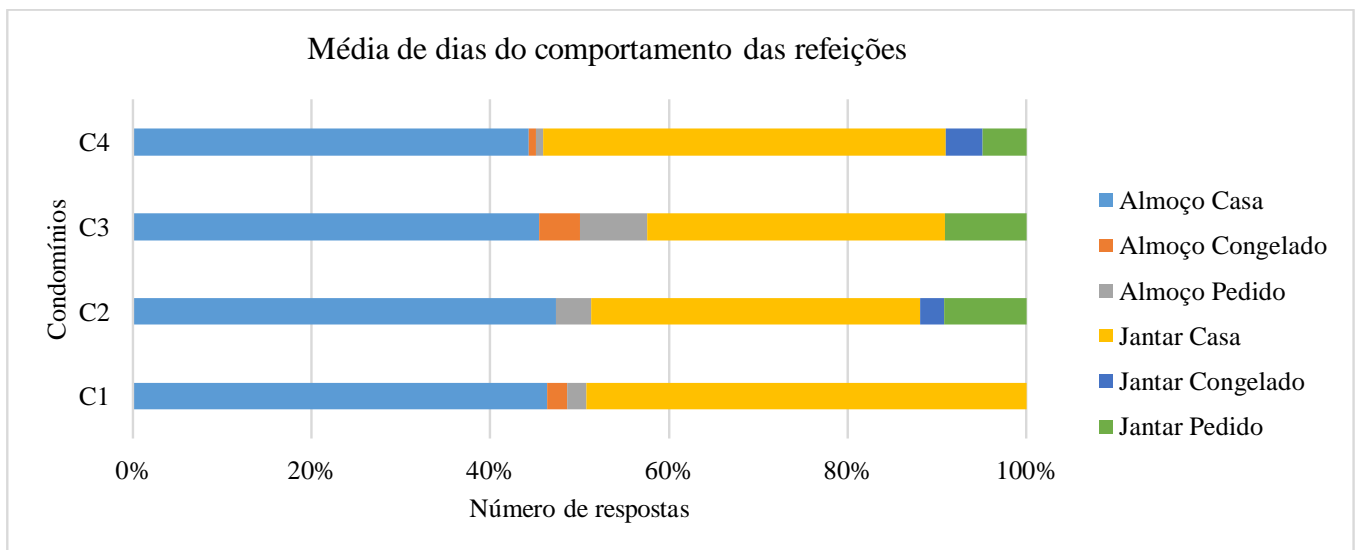
### QUESTÃO 3

Condomínio	Uma vez na semana	Duas vezes na semana	Três vezes na semana	Dias úteis	De segunda a sábado	Todos os dias	Sem resposta
C1	0	3	0	4	1	0	0
C2	1	0	0	1	0	0	5
C3	3	1	1	0	0	2	1
C4	2	1	1	6	0	0	0

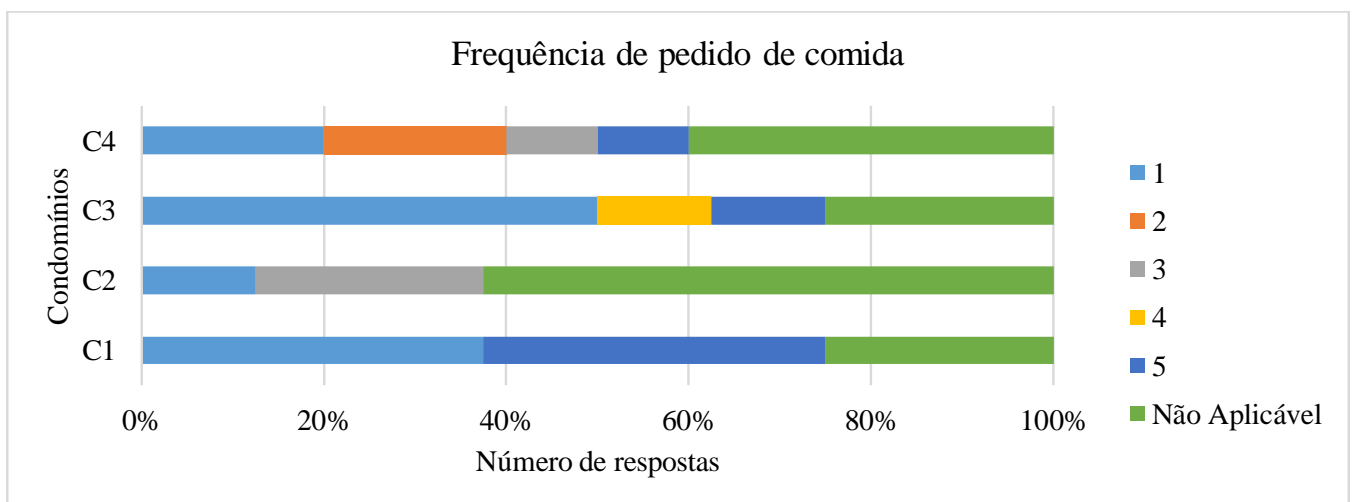
### QUESTÃO 4



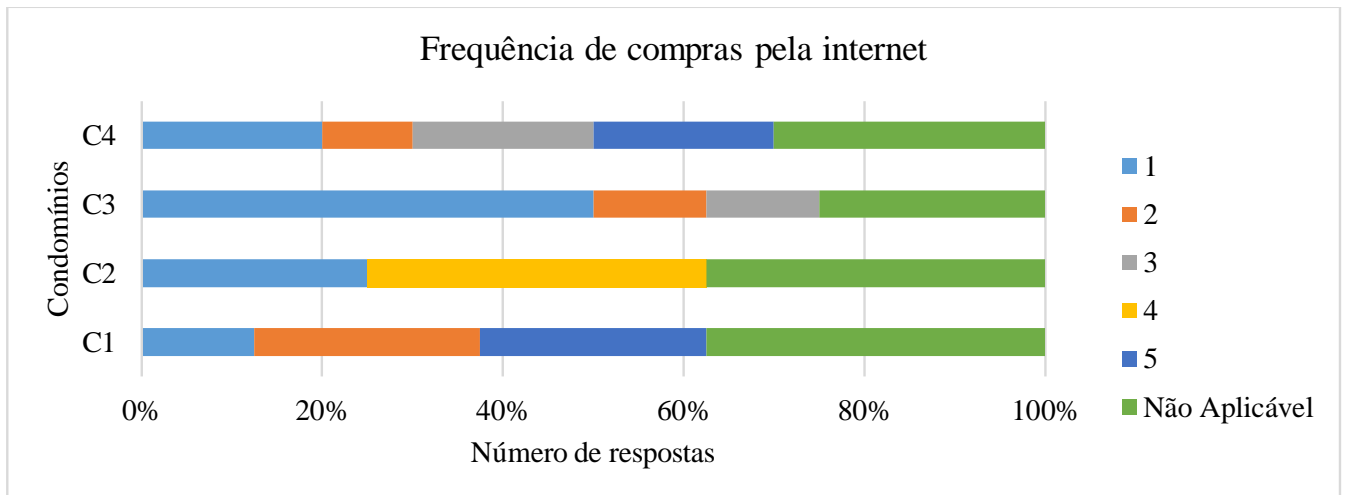
### QUESTÃO 5 E 6



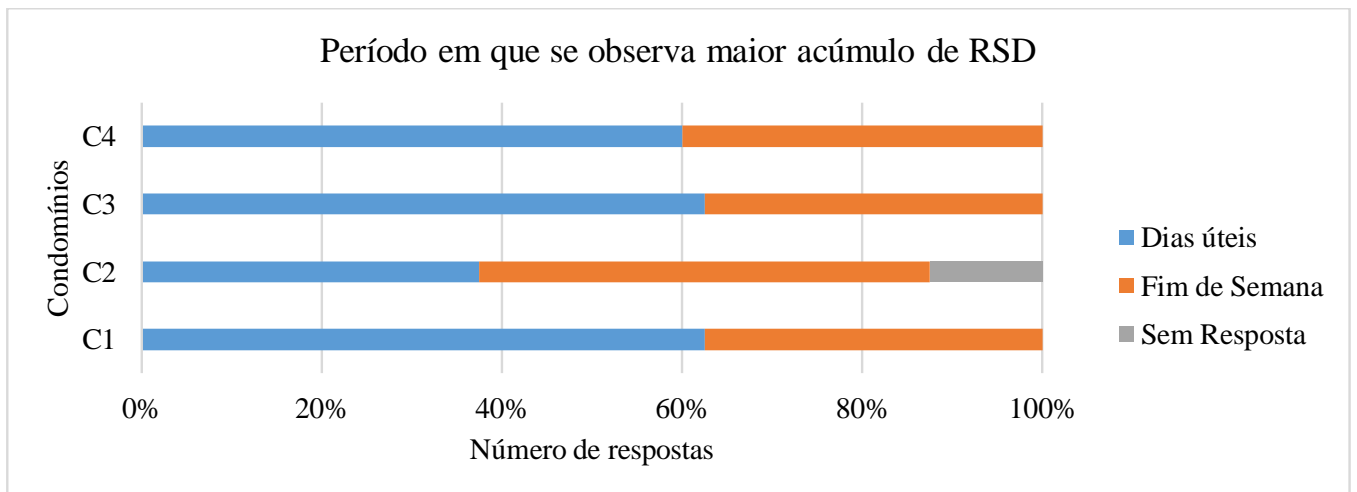
### QUESTÃO 7



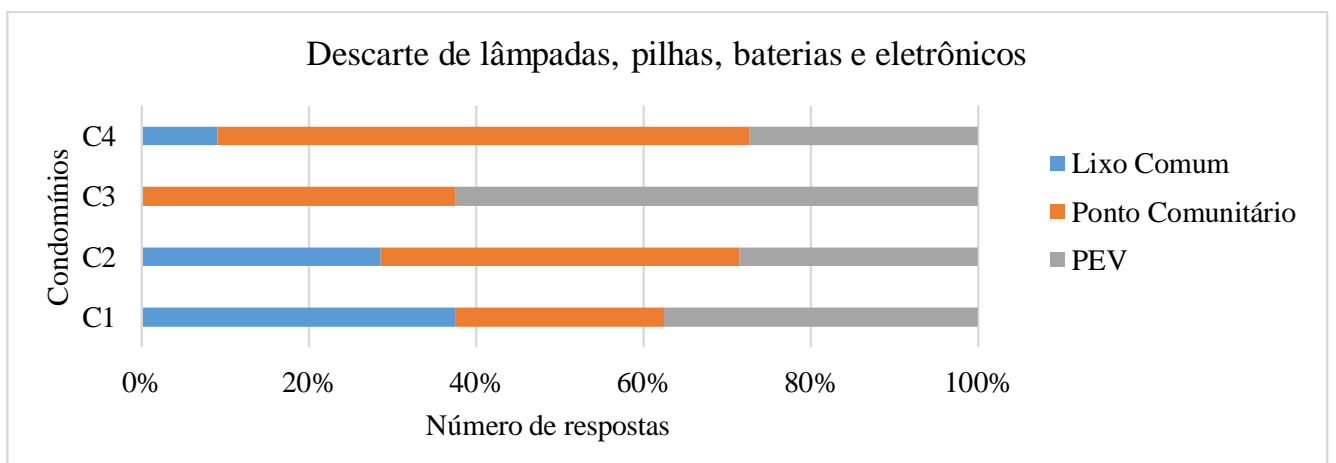
### QUESTÃO 8



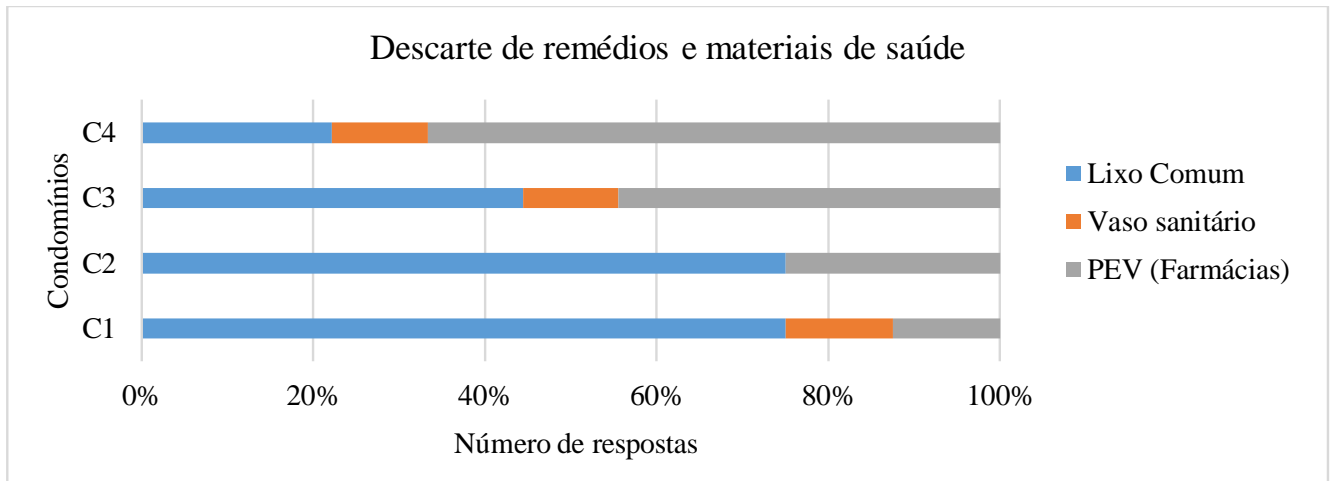
### QUESTÃO 9



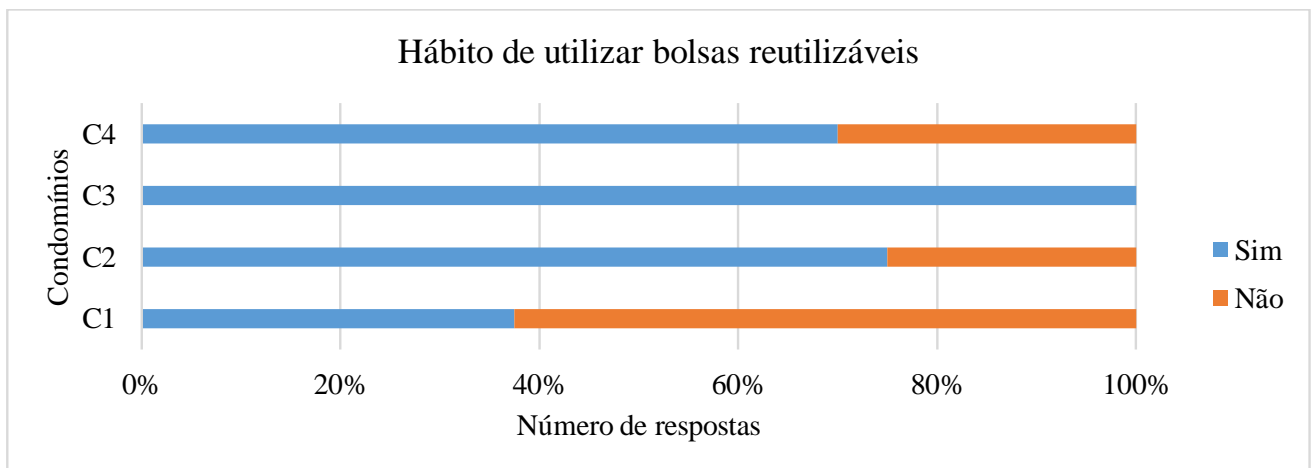
### QUESTÃO 10



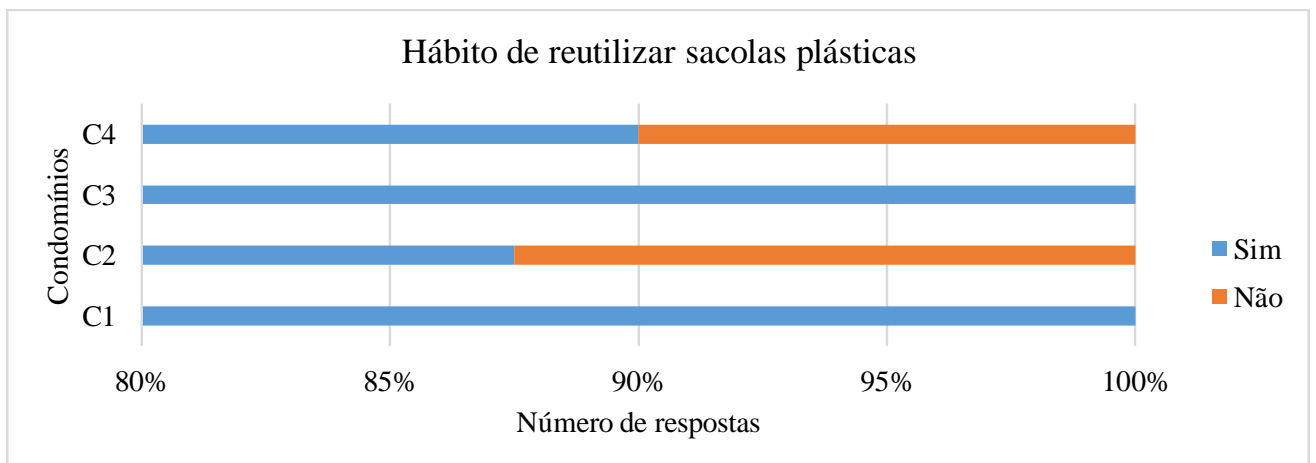
### QUESTÃO 11



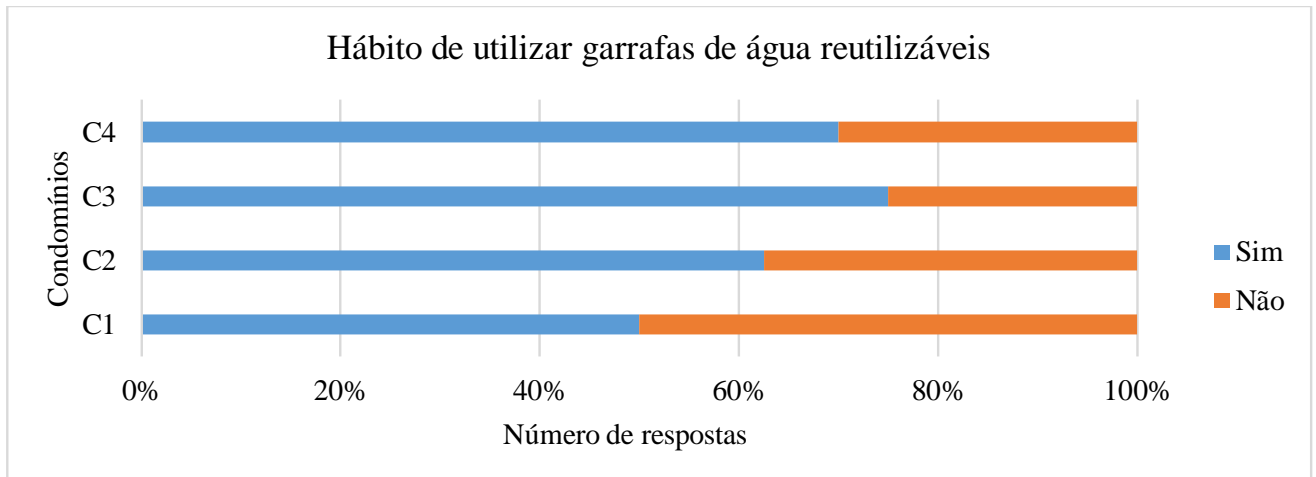
### QUESTÃO 12



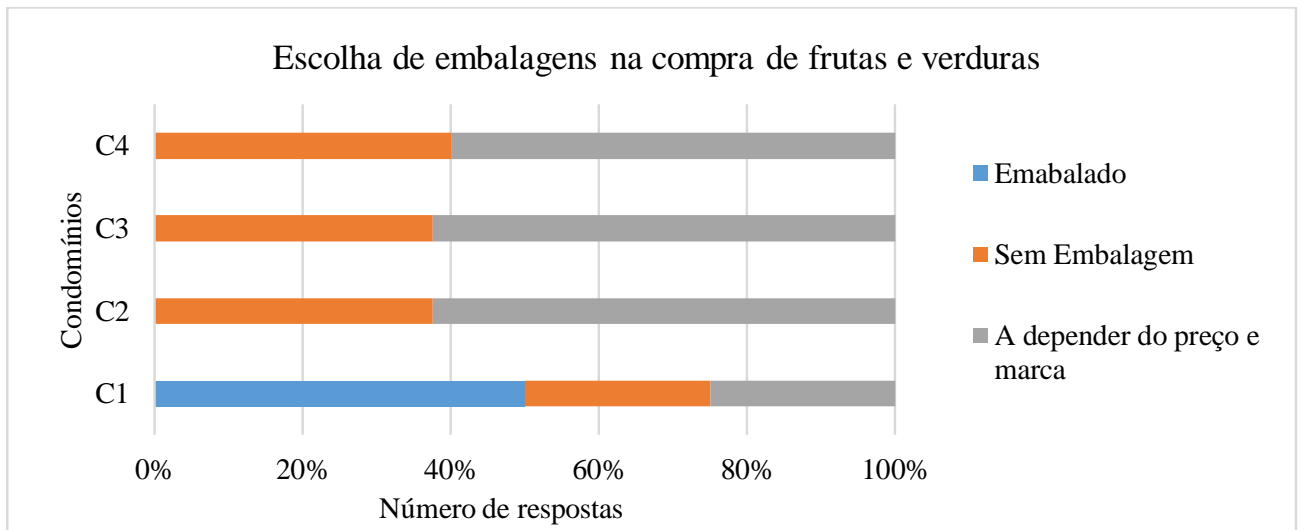
### QUESTÃO 13



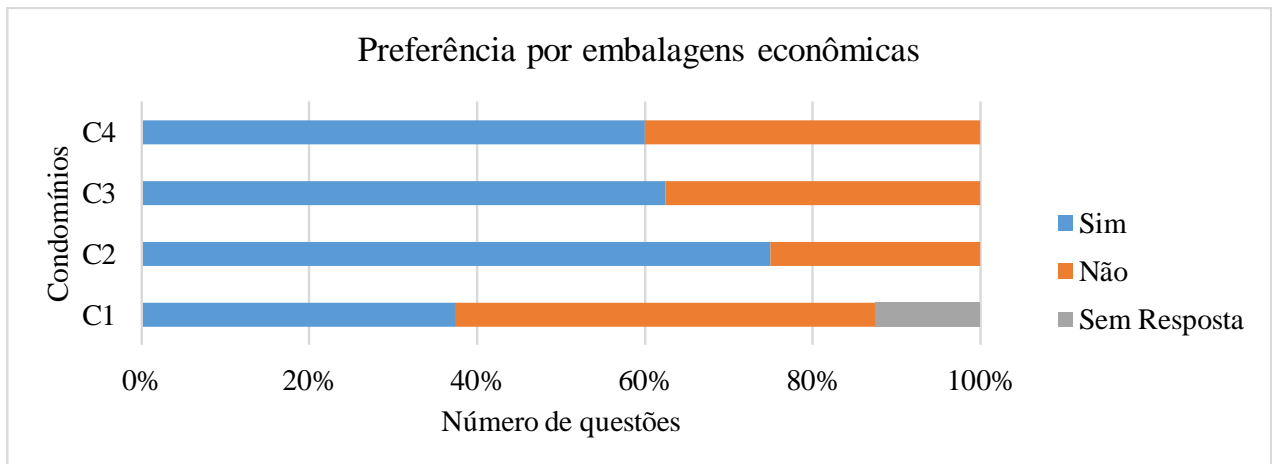
### QUESTÃO 14



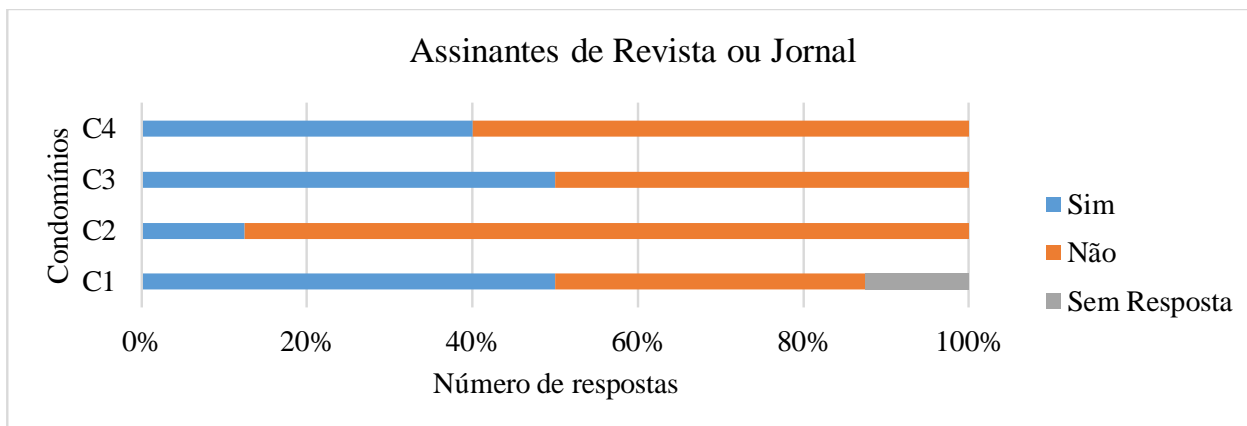
### QUESTÃO 15



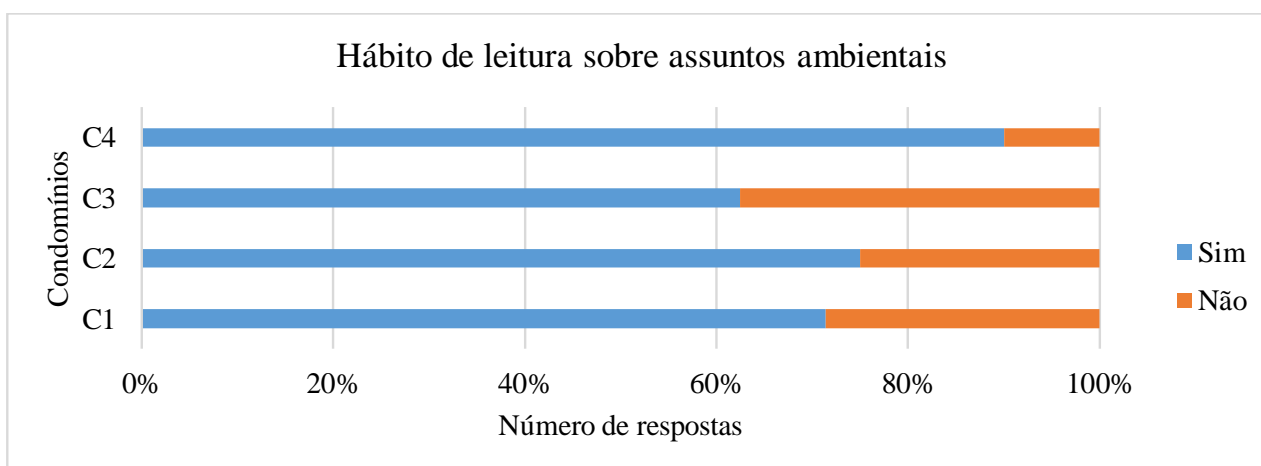
### QUESTÃO 16



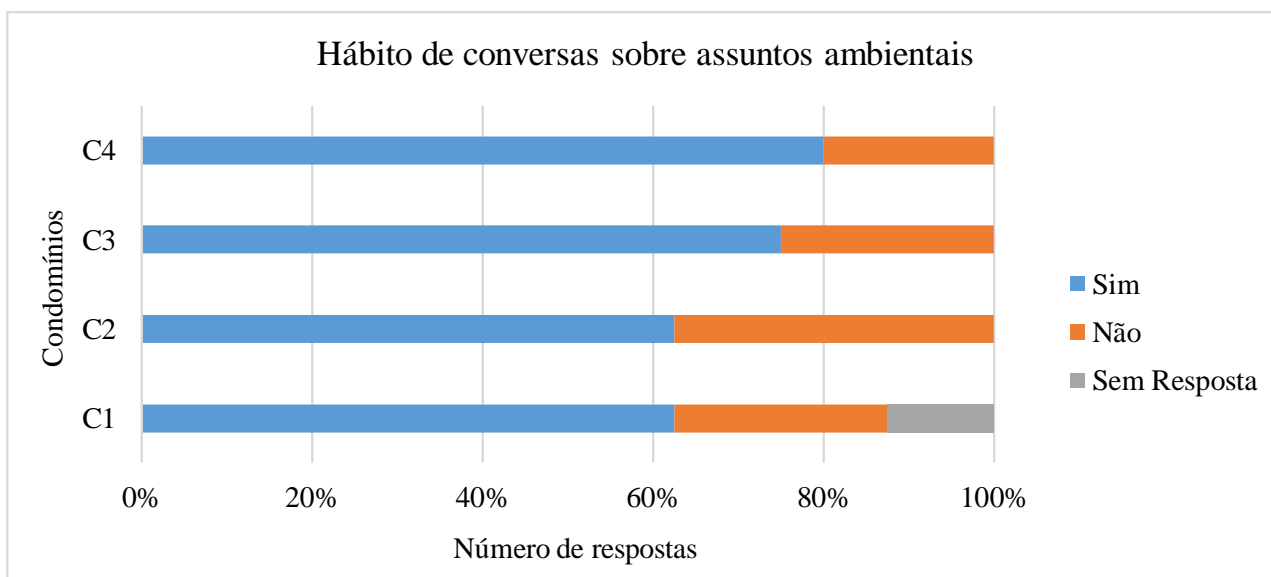
### QUESTÃO 17



### QUESTÃO 18



### QUESTÃO 19



## ANEXO 4

Média simples dos dados obtidos pelas análises gravimétricas por condomínio.

Categorias dos RSD	Média Simples C1			Média Simples C2		
	Peso (kg)	Volume (m³)	Densidade (kg/m³)	Peso (kg)	Volume (m³)	Densidade (kg/m³)
Matéria Orgânica	54,733	0,131	418,346	19,733	0,055	358,241
Papel e Papelão	5,400	0,129	41,702	4,930	0,148	33,260
Plásticos	3,483	0,162	21,536	3,233	0,158	20,436
Metais	1,183	0,024	48,732	0,950	0,023	41,107
Vidros	2,950	0,013	226,946	0,583	0,004	137,061
RSS	0,167	0,001	150,240	0,000	0,000	0,000
Isopor	0,467	0,049	9,519	0,333	0,038	8,704
Rejeito	11,383	0,110	103,906	8,800	0,100	88,369
Banheiro	4,383	0,060	73,171	2,467	0,054	46,051
Fraldas	13,300	0,088	150,651	5,950	0,042	141,204
Outros	8,667	0,070	122,972	1,567	0,022	72,706
<b>Total:</b>	<b>106,117</b>	<b>0,838</b>	<b>126,676</b>	<b>48,547</b>	<b>0,644</b>	<b>75,381</b>

Categorias dos RSD	Média Simples C3			Média Simples C4		
	Peso (kg)	Volume (m³)	Densidade (kg/m³)	Peso (kg)	Volume (m³)	Densidade (kg/m³)
Matéria Orgânica	53,913	0,195	275,798	47,473	0,142	335,247
Papel e Papelão	6,013	0,146	41,086	7,013	0,121	57,768
Plásticos	2,950	0,199	14,849	4,218	0,149	28,288
Metais	0,717	0,022	32,764	1,245	0,014	91,665
Vidros	2,850	0,012	233,913	5,403	0,024	223,326
RSS	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Isopor	0,450	0,066	6,826	0,595	0,035	16,826
Rejeito	5,933	0,118	50,161	11,232	0,164	68,669
Banheiro	4,267	0,081	52,643	2,352	0,045	51,854
Fraldas	2,833	0,019	147,133	4,025	0,027	151,435
Outros	0,967	0,004	258,191	3,280	0,031	107,497
<b>Total:</b>	<b>80,977</b>	<b>0,863</b>	<b>93,850</b>	<b>86,837</b>	<b>0,751</b>	<b>115,586</b>



## ANEXO 5

Média ponderada, pelo número de moradores, dos dados obtidos pelas análises gravimétricas por condomínio.

Categorias dos RSD	Nº de Moradores			Nº de Moradores		
	68			118		
	Média Ponderada C1			Média Ponderada C2		
	Peso (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
Matéria Orgânica	0,805	0,002	418,346	0,167	0,000	358,241
Papel e Papelão	0,079	0,002	41,702	0,042	0,001	33,260
Plásticos	0,051	0,002	21,536	0,027	0,001	20,436
Metais	0,017	0,000	48,732	0,008	0,000	41,107
Vidros	0,043	0,000	226,946	0,005	0,000	137,061
RSS	0,002	0,000	150,240	0,000	0,000	0,000
Isopor	0,007	0,001	9,519	0,003	0,000	8,704
Rejeito	0,167	0,002	103,906	0,075	0,001	88,369
Banheiro	0,064	0,001	73,171	0,021	0,000	46,051
Fraldas	0,196	0,001	150,651	0,050	0,000	141,204
Outros	0,127	0,001	122,972	0,013	0,000	72,706
<b>Total:</b>	<b>1,561</b>	<b>0,012</b>	<b>126,676</b>	<b>0,411</b>	<b>0,005</b>	<b>75,381</b>

Categorias dos RSD	Nº de Moradores			Nº de Moradores		
	103			71		
	Média Ponderada C3			Média Ponderada C4		
	Peso (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
Matéria Orgânica	0,523	0,002	275,798	0,669	0,002	335,247
Papel e Papelão	0,058	0,001	41,086	0,099	0,002	57,768
Plásticos	0,029	0,002	14,849	0,059	0,002	28,288
Metais	0,007	0,000	32,764	0,018	0,000	91,665
Vidros	0,028	0,000	233,913	0,076	0,000	223,326
RSS	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Isopor	0,004	0,001	6,826	0,008	0,000	16,826
Rejeito	0,058	0,001	50,161	0,158	0,002	68,669
Banheiro	0,041	0,001	52,643	0,033	0,001	51,854
Fraldas	0,028	0,000	147,133	0,057	0,000	151,435
Outros	0,009	0,000	258,191	0,046	0,000	107,497
<b>Total:</b>	<b>0,786</b>	<b>0,008</b>	<b>93,850</b>	<b>1,223</b>	<b>0,011</b>	<b>115,586</b>

## ANEXO 6

### A.

Médias gerais ponderadas dos dados obtidos pelas análises gravimétricas dos quatro condomínios.

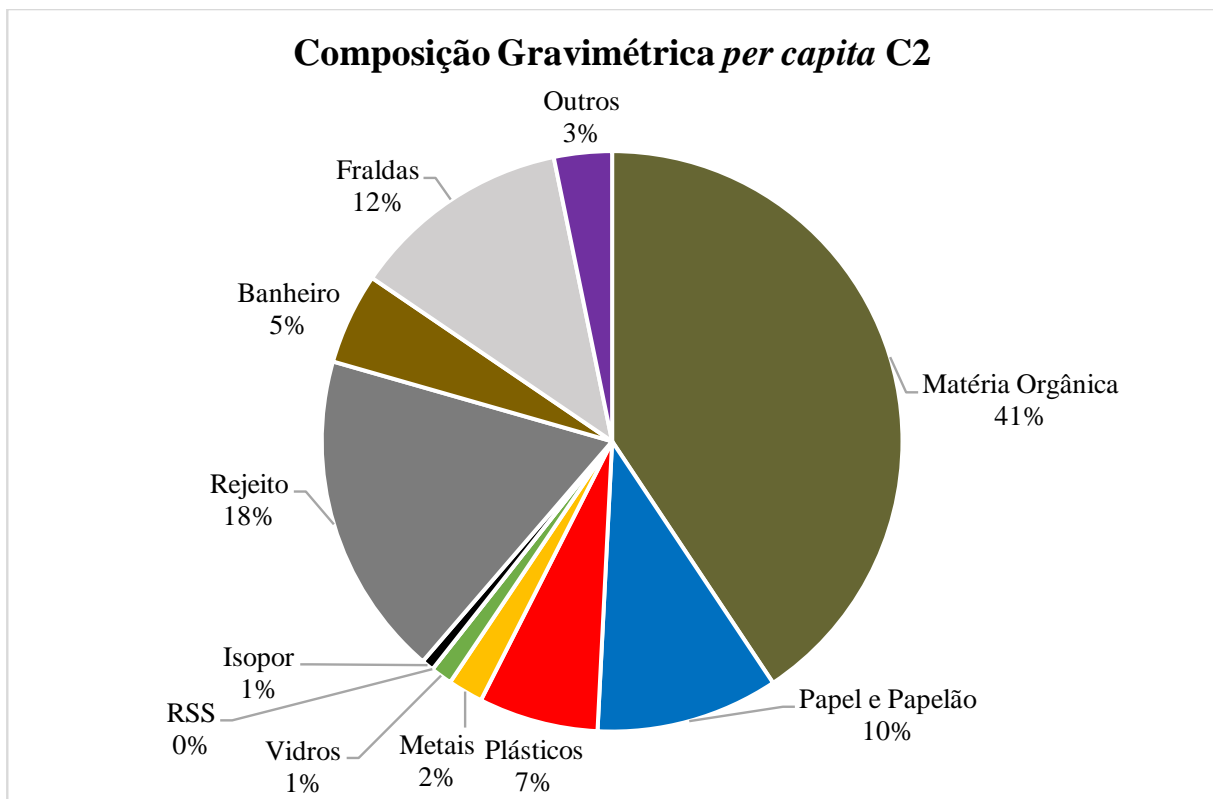
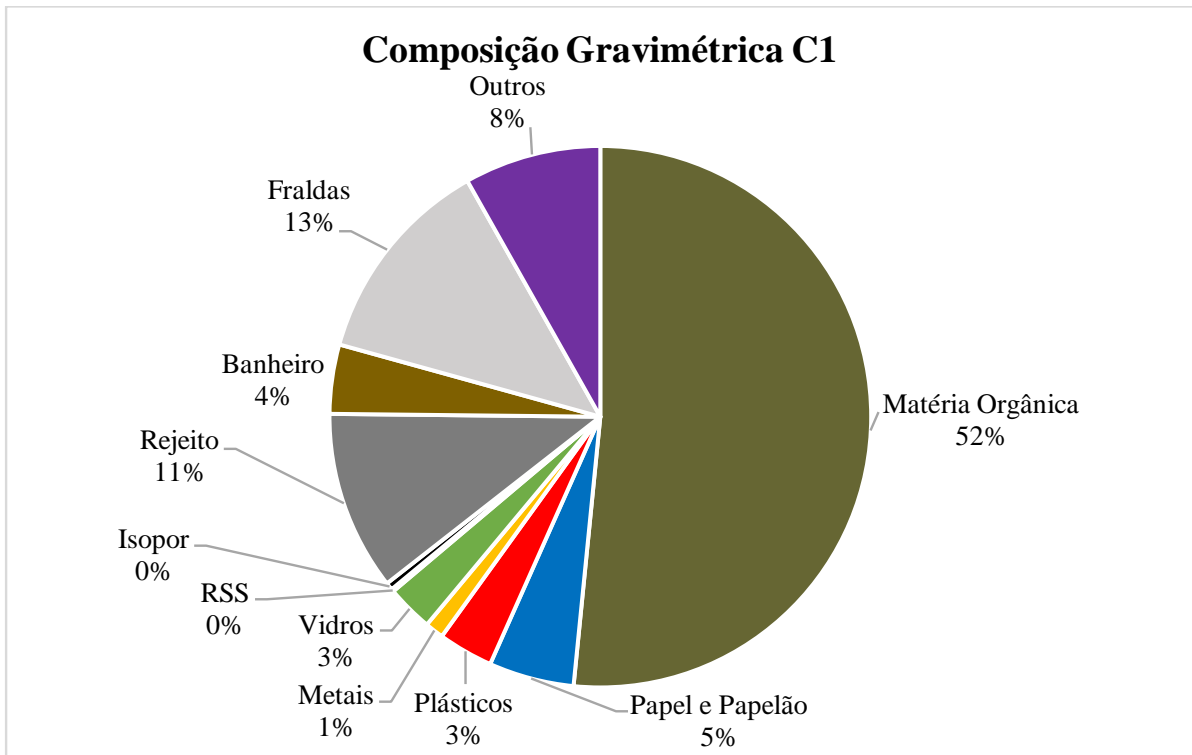
Categorias de RSD	Média Ponderada Geral por Domicílio			Média Ponderada Geral por Morador		
	Peso (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
Matéria Orgânica	1,370	0,004	352,218	0,541	0,002	344,445
Papel e Papelão	0,172	0,004	43,332	0,070	0,002	44,244
Plásticos	0,104	0,005	21,300	0,042	0,002	21,511
Metais	0,032	0,001	50,732	0,012	0,000	52,211
Vidros	0,091	0,000	221,412	0,038	0,000	221,626
RSS	0,002	0,000	186,966	0,001	0,000	199,834
Isopor	0,014	0,001	10,013	0,006	0,001	10,275
Rejeito	0,291	0,004	80,427	0,114	0,001	77,496
Banheiro	0,104	0,002	59,352	0,040	0,001	57,928
Fraldas	0,229	0,002	149,061	0,083	0,001	148,965
Outros	0,136	0,001	117,298	0,049	0,000	116,495
<b>Total:</b>	<b>2,546</b>	<b>0,023</b>	<b>109,460</b>	<b>0,995</b>	<b>0,009</b>	<b>108,375</b>

### B.

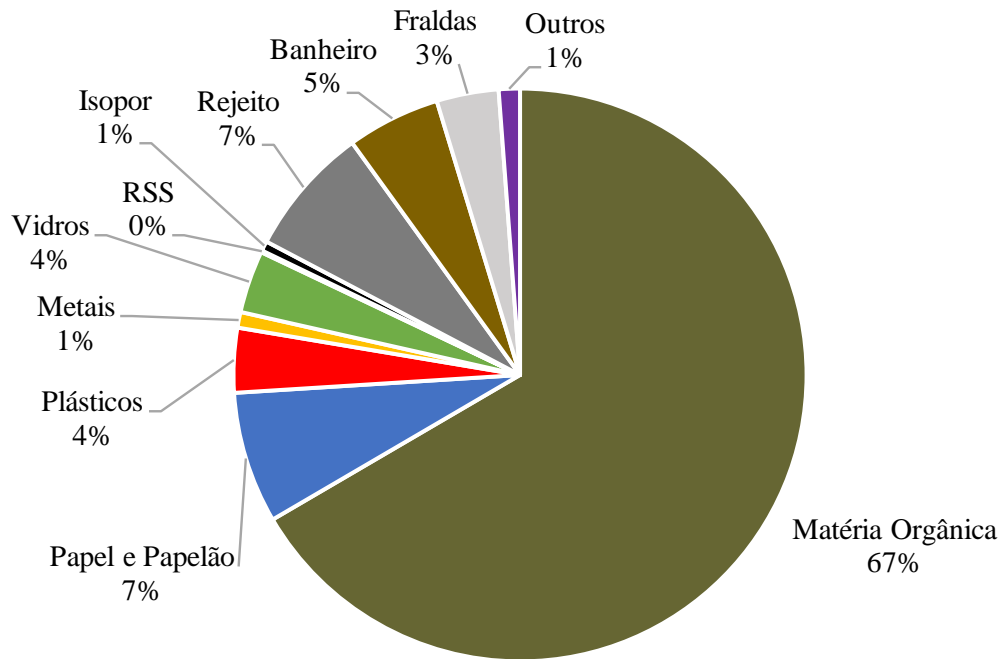
Valores de densidade obtidos em cada uma das amostras para cada categoria.

Condomínios / Categorias	Matéria Orgânica	Papel e Papelão	Plásticos	Metais	Vidros	RSS	Isopor	Rejeito	Banheiro	Fraldas	Outros
<b>C1.1</b>	635,59	66,20	24,12	53,57	0,00	0,00	45,24	155,11	131,11	247,50	0,00
<b>C1.2</b>	289,96	28,33	16,22	36,83	285,46	150,24	1,23	71,61	50,77	116,05	70,83
<b>C1.3</b>	377,31	38,73	21,69	49,24	208,72	0,00	7,86	54,11	55,52	127,84	484,45
<b>C2.1</b>	450,61	49,65	31,13	86,21	0,00	0,00	20,04	59,16	62,00	263,98	0,00
<b>C2.2</b>	423,48	29,44	16,11	31,33	137,06	0,00	5,22	89,12	42,44	134,12	62,66
<b>C2.3</b>	204,79	17,83	12,21	20,43	0,00	0,00	5,00	99,42	41,79	106,38	78,01
<b>C3.1</b>	263,34	50,69	15,37	28,27	0,00	0,00	5,81	61,63	37,14	0,00	0,00
<b>C3.2</b>	300,39	114,37	13,78	18,80	189,93	0,00	5,45	50,13	50,74	80,56	84,58
<b>C3.3</b>	265,39	21,55	15,70	92,76	208,72	0,00	8,93	45,89	74,38	138,12	0,00
<b>C4.1</b>	324,12	94,08	24,15	74,55	190,86	0,00	8,70	95,70	35,34	214,92	80,67
<b>C4.2</b>	317,96	72,27	38,93	247,15	351,92	0,00	27,28	71,09	60,81	169,67	86,90
<b>C4.3</b>	377,96	22,17	19,91	31,09	156,79	0,00	12,12	56,97	53,48	82,00	182,60

## ANEXO 7



### Composição Gravimétrica per capita C3



### Composição Gravimétrica per capita C4

