

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Engenharias
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Mestrado em Ciências Ambientais



Dissertação

**Estudo do sistema de coleta containerizada de resíduos sólidos domiciliares,
no município de Pelotas/RS.**

Letícia Demari Antunes

Pelotas

2021

Letícia Demari Antunes

**Estudo do sistema de coleta containerizada de resíduos sólidos
domiciliares, no município de Pelotas/RS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciara Bilhalva Corrêa

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A636e Antunes, Letícia Demari

Estudo do sistema de coleta containerizada de resíduos sólidos domiciliares, no município de Pelotas/RS / Letícia Demari Antunes ; Luciara Bilhalva Corrêa, orientadora. — Pelotas, 2021.

95 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Coleta seletiva. 2. Contêineres.. 3. Armazenamento temporário. 4. Gerenciamento de resíduos sólidos. I. Corrêa, Luciara Bilhalva, orient. II. Título.

CDD : 628

Letícia Demari Antunes

Estudo do sistema de coleta containerizada de resíduos sólidos domiciliares,
no município de Pelotas/RS.

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em
Ciências Ambientais.

Data da Defesa: 10/08/2021

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Luciara Bilhalva Corrêa (Orientadora), Doutora em Educação Ambiental
pela Universidade Federal do Rio Grande.

Prof. Dr. Érico Kunde Corrêa, Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal de
Pelotas.

Prof. Dr. Jocelito Saccol de Sá, Doutor em Irrigação e Drenagem pela Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz.

Prof. Dr. Matheus Francisco da Paz, Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos
pela Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

Ao Universo que me permitiu existir e trilhar os caminhos que escolhi.

À minha filha Antonella, pela compreensão com a minha ausência em tantos momentos durante este processo e pelo incentivo e entusiasmo que me levaram adiante.

Aos meus pais Terezinha e Wilson por todo apoio que me dão, sem medir esforços.

Aos meus irmãos, Alex, Mônica e Juliano por me escutarem tão pacientemente apresentando este trabalho em todas as suas versões.

À minha orientadora, Prof^a Luciara Bilhalva Corrêa, que tão generosamente aceitou o desafio que era me orientar e que não mediu esforços para me auxiliar em todos os momentos.

A todos/as os Professores/as do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UFPEL, pelos preciosos ensinamentos compartilhados.

Aos Técnicos do SANEP, Edison Plá e Margarida, pela colaboração sem a qual este trabalho não seria possível.

Aos Professores Érico Kunde Corrêa, Jocelito Saccol de Sá e Matheus Francisco da Paz, pelas contribuições fundamentais à execução deste trabalho.

Sumário

1 Introdução	11
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Geral	15
1.1.2 Específicos	16
1.2 Hipóteses	17
2 Revisão de Literatura	18
2.1 Resíduos sólidos e a relevância do problema	18
2.2 Características dos resíduos sólidos	20
2.3 Resíduos sólidos domiciliares – RSD	21
2.4 Gestão e gerenciamento de RSD	23
2.4.1 Geração	25
2.4.2 Armazenamento temporário	26
2.4.3 Coleta	27
2.4.4 Transporte e Logística	31
2.4.5 Tratamento	32
2.4.6 Disposição final	34
3 Metodologia	36
3.1 Área de estudo	36
3.2 Tipo de pesquisa	38
3.2.1 Instrumentos de coleta de dados	39
3.2.1.1 Entrevista	39
3.2.1.2 Pesquisa documental	40
3.2.2 Análise dos dados	41
3.3 Aspectos éticos da pesquisa	42
4 Resultados e Discussão	44
4.1 Gerenciamento de resíduos no município de Pelotas	45
4.1.1 Coleta Seletiva dos RSD recicláveis	44
4.1.2 Coleta regular dos RSD orgânicos	49
4.1.3 Destinação Final dos RSD	49
4.1.4 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Pelotas/RS	52

4.2 Caracterização e evolução do sistema de coleta containerizada de RSD, em Pelotas/RS	53
4.3 Situação atual do sistema de coleta containerizada absoluta de RSD em Pelotas/RS	64
4.3.1 Setores atendidos pela coleta containerizada absoluta de RSD em Pelotas/RS	65
4.3.2 Estrutura do sistema de coleta containerizada absoluta de RSD em Pelotas/RS	68
4.3.3 Dados quantitativos da coleta containerizada absoluta de RSD de Pelotas/RS no ano 2019	72
4.4 Desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS	74
4.5 Sugestões de melhorias técnicas para o sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS	76
5 Considerações finais	79
Referências	81

Lista de Figuras

Figura 1	Gráfico da gravimetria dos RSD no Brasil em 2021.....	19
Figura 2	Mapa da localização geográfica do município de Pelotas nos âmbitos estadual e federal.....	33
Figura 3	Mapa da localização dos perímetros rural e urbano do município de Pelotas.....	34
Figura 4	Mapa das regiões administrativas do município de Pelotas.....	35
Figura 5	Fases da Análise de Conteúdo.....	40
Figura 6	Esquema das etapas que compõem o diagnóstico acerca do sistema containerizado de coleta de RSD de Pelota/RS.....	42
Figura 7	Esquema da trajetória dos resíduos orgânicos na ETP.....	47
Figura 8	Foto de resíduos dispostos na via pública.....	53
Figura 9	Foto recipiente para armazenamento temporário de resíduos improvisado pela população.....	53
Figura 10	Mapa da abrangência do sistema de coleta containerizada no município de Pelotas/RS.....	54
Figura 11	Imagem da coleta containerizada seletiva de Pelotas.....	58
Figura 12	Gráfico comparando as quantidades de RSD coletadas pelo sistema containerizado, nos anos de 2011 e 2012.....	58
Figura 13	Gráfico comparando o custo da coleta entre os anos 2011 e 2012	58
Figura 14	Gráfico dos custos com a coleta containerizada de RSD nos anos de 2016 e 2017.....	61
Figura 15	Quadro da evolução do sistema de coleta containerizada de RSD em Pelotas/RS.....	62
Figura 16	Mapa dos setores atendidos pela coleta containerizada no município de Pelotas/RS com a frequência e os horários da coleta.....	65
Figura 17	Gráfico da quantidade de contêineres localizada em cada setor.....	66
Figura 18	Quadro da estrutura física do sistema de coleta containerizada absoluta de Pelotas.....	69
Figura 19	Foto dos contêineres de armazenamento de RSD em Pelotas/RS.....	70

Figura 20	Gráfico comparativo entre os serviços de coleta containerizada e convencional.....	71
Figura 21	Quadro dos desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas /RS.....	74
Figura 22	Esquema dos horizontes previstos para a execução do PMGIRS – Pelotas.....	76
Figura 23	Cronograma previsto para as revisões do PMGIRS- Pelotas.....	77

Lista de abreviaturas e siglas

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COHAB	Conjunto Habitacional
DRS	Departamento de Resíduos Sólidos
ETP	Estação de Transbordo de Pelotas
FAMED	Faculdade de Medicina
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PGIRS	Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos sólidos
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SANEP	Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas

Resumo

ANTUNES, Letícia Demari. **Estudo do sistema de coleta containerizada de resíduos sólidos domiciliares, no município de Pelotas/RS**. Orientadora: Luciara Bilhalva Corrêa. 2021. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

Os avanços nos meios de produção, o desenvolvimento tecnológico e econômico e o aumento do consumo, são alguns dos principais fatores que resultam no aumento da geração de resíduos. A complexidade e diversidade desses resíduos, agrava os problemas sanitários e provoca impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente, requerendo estratégias cada vez mais inovadoras para o seu gerenciamento. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi realizar um diagnóstico do sistema de coleta containerizada resíduos sólidos domiciliares, do município de Pelotas/RS. A pesquisa configura-se como qualitativa e exploratória, do tipo estudo de caso. Os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa foram: Entrevistas presenciais e via whatsapp, não estruturadas e não dirigidas, realizadas com os técnicos responsáveis pelo gerenciamento de resíduos do município e uma pesquisa documental em planilhas e gráficos, edital de licitação, em mapas e no PMGIRS-2014-Pelotas/RS. Para sistematização dos dados, o método utilizado foi a análise de conteúdo, que resultou no diagnóstico, contendo as seguintes etapas: Descrição do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos do município; caracterização e evolução do sistema de coleta containerizada; apresentação da situação atual do sistema de coleta containerizada; estrutura do sistema de coleta containerizada; desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada e sugestões de melhorias técnicas para o sistema de coleta containerizada. A partir do diagnóstico, pode-se concluir que o sistema containerizado de coleta em Pelotas passou por diversas adequações desde sua implantação. Acerca do PMGIRS de Pelotas, elaborado em 2014, verificou-se que está desatualizado. Dentre as potencialidades do sistema destacam-se a disponibilização dos resíduos a qualquer momento e a melhora significativa quanto ao acúmulo de resíduos nas vias públicas. Dentre as fragilidades, a principal é a falta de comprometimento da população quanto a segregação e descarte adequado dos resíduos orgânicos nos contêineres, reflexo da carência de programas de educação ambiental. Pode-se dizer que o sistema de coleta containerizada de Pelotas cumpre a funções de estética das vias e que os benefícios ambientais e sanitários se reduzem ao acondicionamento dos resíduos evitando ação das intempéries, maus odores, acesso de animais e transmissão de doenças, quando apresenta potencial para otimizar a coleta seletiva e reduzir significativamente a quantidade de resíduos encaminhadas à disposição final.

Palavras-chave: Coleta seletiva. Contêineres. Armazenamento temporário. Gerenciamento de resíduos sólidos.

Abstract

ANTUNES, Letícia Demari. Study of the containerized solid waste collection system in the city of Pelotas/RS. Advisor: Luciara Bilhalva Corrêa. 2021. 95f. Dissertation (Masters in Environmental Sciences) – Postgraduate Program in Environmental Sciences, Engineering Center, Federal University of Pelotas Pelotas, 2021.

Advances in the means of production, technological and economic development and increased consumption are some of the main factors that result in increased waste generation. The complexity and diversity of these wastes aggravates sanitary problems and causes negative impacts on public health and the environment, requiring increasingly innovative strategies for their management. In this context, the aim of this study was to carry out a diagnosis of the containerized solid waste collection system in the city of Pelotas/RS. The research is characterized as qualitative and exploratory, of the case study type. The methodological procedures used in the research were: In-person interviews and via whatsapp, unstructured and undirected, carried out with the technicians responsible for the municipal waste management and a documentary research in spreadsheets and graphics, bidding notice, maps and PMGIRS- 2014-Pelotas/RS. To systematize the data, the method used was content analysis, which resulted in the diagnosis, containing the following steps: Description of the municipal solid waste management system; characterization and evolution of the containerized collection system; presentation of the current situation of the containerized collection system; structure of the containerized collection system; challenges and potential of the containerized collection system and suggestions for technical improvements for the containerized collection system. From the diagnosis, it can be concluded that the containerized collection system in Pelotas has undergone several adjustments since its implementation. Regarding the PMGIRS of Pelotas, prepared in 2014, it was found to be outdated. Among the potential of the system, the availability of waste at any time and the significant improvement in the accumulation of waste on public roads stand out. Among the weaknesses, the main one is the lack of commitment from the population regarding the segregation and proper disposal of organic waste in containers, a reflection of the lack of environmental education programs. It can be said that the containerized collection system in Pelotas fulfills only the aesthetic functions of the roads and that the environmental and health benefits are reduced to the packaging of the waste, avoiding the action of bad weather, bad odors, animal access and disease transmission, when it has the potential to optimize selective collection and significantly reduce the amount of waste sent for final disposal.

Keywords: Containers. Selective collection. Temporary storage. Solid waste management

1 Introdução

Os avanços nos meios de produção, o desenvolvimento tecnológico e econômico e o aumento do consumo, são alguns dos principais fatores que resultam no aumento da geração de resíduos sólidos urbanos – RSU. A complexidade e diversidade desses resíduos, agrava os problemas sanitários e provoca impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente (DAVIS; MASTEN, 2016; DOS ANJOS et al., 2016; MARGALLO et al. 2019).

O gerenciamento de RSU representa um desafio para os municípios, desde a coleta até a sua disposição final, sendo exigidos sistemas cada vez mais eficientes, o que implica em altos custos para a prestação de serviços de limpeza urbana e para o manejo adequado dos resíduos, além da contratação de mão-de-obra qualificada (DOS ANJOS et al., 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, instituída através da Lei 12.305 e promulgada em 02/08/2010, é considerada um marco para a gestão de resíduos sólidos no Brasil. Proporcionou uma importante relação entre poder público, setor privado e a população, agregou valores importantes às discussões sobre o tema, e trouxe a exigência da estruturação dos planos de gestão integrada de resíduos sólidos – PGRS, pelos municípios. Outrossim, a PNRS fornece os aspectos regulatórios e a conceituação do gerenciamento de processos que envolvem questões de resíduos sólidos. Para alcançar os objetivos dessa política, as estratégias de ação local devem ser bem definidas e gerenciadas pelos municípios, sendo as administrações municipais as responsáveis pela sua implementação de forma adequada (BRASIL, 2010; MARINO et al., 2018).

Segundo a PNRS, os RSU compreendem: resíduos domiciliares (originário de atividades domésticas em residências urbanas) e resíduos de limpeza urbana (originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana) (BRASIL, 2010). Contudo, respeitando a seara desta pesquisa, serão abordados apenas os resíduos de origem domiciliar, aqui denominados Resíduos Sólidos Domiciliares – RSD. Cabe mencionar, que o conceito de RSU varia bastante

na literatura, quanto aos resíduos que englobam, e que muitas vezes, os RSD são chamados RSU¹.

A gestão de RSD se tornou, nos últimos anos, uma questão importante para os administradores públicos em todo o mundo. Uma das principais preocupações é a necessidade urgente de reduzir o descarte desses resíduos em aterros, desviando-os para a indústria de reciclagem e minimizando os custos de energia, a extração de matérias-primas e seu uso nos processos de fabricação (CARVALHO et al., 2012; MARGALLO et al., 2019). Para os autores Calabro e Komilis (2019), a eficiência do gerenciamento de RSD está baseada em dois fatores principais: a) a qualidade de serviço prestado pelos municípios; b) e a atitude da sociedade, em relação a participação efetiva, na disponibilização do resíduo devidamente segregado.

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no seu último relatório “Panorama dos Resíduos Sólidos - 2018/2019” (2019), calcula a geração de cerca de 79 milhões de toneladas de RSD² pelos brasileiros em 2018, registrando um índice de cobertura de coleta de 92% para o país, o que evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta junto aos geradores. Ainda revela que a disposição final em aterros sanitários recebeu 59,5% dos resíduos sólidos urbanos coletados o que equivale a 43,3 milhões de toneladas, e a parcela remanescente, de 40,5%, teve destino impróprio, ou seja, 29,5 milhões de toneladas de RSU foram dispostos em lixões ou aterros controlados, que não possuem sistemas e medidas necessários para proteger a saúde pública e o meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2019).

Esses números representam consequências negativas – sociais, econômicas e ambientais – que refletem as deficiências do gerenciamento de RSU no Brasil (DAVIS; MASTEN, 2016).

Margallo et al. (2019) enfatizam a importância do desenvolvimento de estratégias locais, por parte do poder público, ao gerenciamento de resíduos. Ainda ressaltam que essas estratégias devem ser inovadoras, específicas às necessidades locais e elaboradas com base nas principais características da região. Nesse sentido, os aspectos socioeconômicos, as condições climáticas, geográficas e culturais, a

¹ Para facilitar a compreensão do trabalho será adotada apenas a nomenclatura RSD em todo seu desenvolvimento, pois é a denominação utilizada no município de Pelotas, escopo desta pesquisa.

² A ABRELPE utiliza o termo RSU quando se refere aos RSD em seus relatórios, mas conforme já foi mencionado será adotado o termo RSD.

existência de sistemas planejados para os resíduos e os padrões de consumo, são considerados fatores importantes.

Dentre as estratégias de ação local, está a implantação do sistema de coleta containerizada de RSD. Trata-se do uso de contêineres para armazenamento temporário de resíduos, e consiste na “instalação de contêineres estacionários, em pontos estratégicos do município, sendo de obrigação do munícipe a destinação do resíduo gerado em sua residência, ao contêiner mais próximo” (PMGIRS-PELOTAS; 2014).

Nessa perspectiva, esta pesquisa aborda o sistema de coleta containerizada de RSD orgânicos, que são oriundos das residências e dispostos em contêineres, alocados nas vias públicas, no município de Pelotas.

O sistema containerizado de coleta foi implantado de forma incipiente, em meados do ano 2005 e passou por diversas mudanças e adequações, na tentativa de alcançar as metas propostas no PGIRS do município, atender a PNRS e se tornar eficiente. Colares et al. (2016), apontam que a principal deficiência neste sistema, é a falta de segregação na fonte, o que implica em uma grande quantidade de recicláveis depositados juntamente aos resíduos orgânicos.

Nesse sentido, é importante investigar sobre o processo do sistema da coleta containerizada no município, para que seja possível compreender os aspectos que colaboram para as fragilidades e potencialidades do sistema.

Para desenvolver o estudo, foram realizados junto ao departamento de resíduos sólidos (DRS), do Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) - órgão responsável pelo gerenciamento de resíduos- um levantamento de dados que permitiu a elaboração de um diagnóstico do sistema de coleta containerizada do município, que pode contribuir para a atualização do PMGIRS de Pelotas, e para melhoria deste sistema, além de fornecer subsídio a outros municípios que têm este sistema de coleta implantado ou mesmo aos que almejam implementá-lo.

O manejo inadequado de resíduos sólidos, de qualquer origem, gera graves consequências como o desperdício de recursos naturais, a intensificação na degradação ambiental, a manutenção das desigualdades sociais e danos à saúde pública, que comprometem a qualidade de vida das populações (PÉREZ et al; 2017).

Portanto, é imperativo que as autoridades forneçam estratégias adequadas e específicas para cada local e inovadoras para melhorar a gestão dos RSU (MARGALLO et al., 2019).

O sistema containerizado de coleta de resíduos é uma estratégia de gestão que apresenta uma série de vantagens. Mas, ao optar por este sistema, muitas cidades se deparam com problemas operacionais, econômicos e ambientais. Falhas durante a etapa de coleta contribuem significativamente para o impacto ambiental total, causado pela gestão de RSD e fatores como: a capacidade inadequada dos contêineres, uma má distribuição ou um uso inadequado, são alguns aspectos que podem potencializar os impactos (PÉREZ et al; 2017).

Tadesse et al. (2008), analisaram as condições que influenciam o descarte de resíduos domésticos, e os resultados mostraram que a infraestrutura oferecida afeta significativamente o descarte. O fornecimento inadequado de contêineres e a distância mais longa entre eles, aumentam a probabilidade de descarte inadequado de resíduos.

Segundo o PMGIRS de Belo Horizonte/MG, o sistema containerizado apresenta vantagens como a melhoria da limpeza das ruas, a redução do mau cheiro, a redução da proliferação de vetores, uma menor ocorrência de alagamentos por conta de descarte inadequado, além da opção de descarte do lixo a qualquer hora do dia ou da noite (PMGIRS-Belo Horizonte/MG, 2017).

Contudo, há desafios importantes que podem levar a ineficiência do processo. Os contêineres alocados em vias públicas, acabam permitindo o descarte de outros tipos de resíduos para o qual não foram destinados, comprometendo a eficiência do sistema de coleta e são diversas as razões que podem explicar essas ocorrências. Dentre as principais estão a carência ou ausência de informação e orientação à população; a falta de fiscalização do processo; os problemas na escala e na frequência de coleta; a carência de áreas para descarte adequado de outros tipos de resíduos; a inexistência de outra modalidade de coleta; a inadequação da modalidade e dos equipamentos utilizados (PEREIRA et al., 2016; PMGIRS-BELO HORIZONTE/MG, 2017; PMGIRS-FARROUPILHA/RS, 2014; PGIRS-SÃO PAULO/SP, 2014).

Na cidade de Farroupilha, no estado do Rio Grande do Sul, o PGIRS mostra que a implantação do sistema containerizado não modificou os hábitos de segregação

e destinação dos RSU gerados. Os resultados apresentados no diagnóstico da cidade, demonstram que o uso dos contêineres não foi eficiente quanto a segregação de materiais, e que não houve diferença significativa entre as coletas containerizada e a convencional (PMGIRS-FARROUPILHA/RS, 2014).

De acordo com Pereira et al., 2016 e com o PMGIRS-Pelotas/RS (2014), a problemática dos resíduos sólidos no município fica evidente ao identificar que, mesmo nos pontos em que há contêineres para o armazenamento temporário de resíduos, há disposição inadequada, observando-se recicláveis dispostos nos contêineres destinados aos orgânicos, indicando o não comprometimento da população com segregação, acondicionamento e destinação correta.

Aliada à problemática exposta, a carência de bibliografia, com uma abordagem voltada especificamente à coleta containerizada, comprovada durante a revisão da literatura, corrobora a importância desta pesquisa que servirá como ferramenta de apoio às decisões do poder público, principalmente relativas ao PGIRS do município, observando ainda que a pesquisa científica é um instrumento da PNRS (BRASIL, 2010).

Diante do exposto, a questão principal que se busca responder com este estudo é: Como vem ocorrendo e qual é a situação atual do sistema de coleta containerizada de RSD, do município de Pelotas/RS?

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Este estudo tem por objetivo apresentar um diagnóstico do sistema de coleta containerizada de RSD orgânicos, do Município de Pelotas-RS, visando contribuir para a atualização do PMGIRS.

1.1.2 Específicos

- Descrever o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos do município de Pelotas/RS;

- Apresentar a caracterização e a evolução do sistema de coleta containerizada de RSD no município de Pelotas/RS;
- Apresentar a situação atual do sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS;
- Mostrar os desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada de RSD observados no sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS;
- Sugerir melhorias técnicas para o sistema de coleta containerizada de RSD do município de Pelotas/RS.

1.2 Hipóteses

- O sistema de coleta containerizada no município de Pelotas/RS não atende ao PMGIRS-2014.
- A população não segrega os resíduos de forma adequada.
- A população não colabora para a segregação e armazenamento adequado dos resíduos nos contêineres dispostos na via pública.
- Os programas de educação ambiental existentes no município são incipientes e ineficazes.
- O sistema de coleta containerizada de resíduos sólidos domiciliares apresenta fragilidades e precisa ser aprimorado.

2 Revisão da literatura

2.1 Resíduos sólidos e a relevância do problema

São muitas as definições encontradas na literatura acerca dos resíduos sólidos, no entanto, considerando o objetivo deste estudo, será apresentada aquela, segundo a PNRS, que descreve os resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, Art. 3).

Trata-se de um conceito bastante amplo, que engloba uma gama extensa de resíduos, mas para delimitar o enfoque desta pesquisa, serão abordados os Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, especificamente aqueles de origem domiciliar.

Segundo a PNRS, os RSU compreendem: resíduos domiciliares (os originários de atividades domésticas em residências urbanas) e resíduos de limpeza urbana (os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana). Porém, os resíduos gerados nas atividades comerciais e na prestação de serviços, caracterizados como não perigosos³, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal (BRASIL, 2010). Conforme já foi comentado, respeitando a seara desta pesquisa, serão abordados apenas os resíduos de origem domiciliar, aqui denominados Resíduos Sólidos Domiciliares – RSD.

A produção de RSD está intrinsecamente associada à poluição do ar, do solo e da água. O lixiviado originado pela sua decomposição, também chamado de chorume, contamina significativamente as águas superficiais, subterrâneas e o solo, através da descarga metais e outros componentes tóxicos, causando inúmeros problemas, como: retardamento na fisiologia das plantas, contribuição com efeito estufa, odores desagradáveis e vetores de doenças, prejudicando os sistemas de saneamento e gestão ambiental (DAS et al., 2019).

³ Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, segundo a NBR 10004/2004.

A problemática resultante do descarte de resíduos sólidos se torna evidente, sobretudo, em áreas densamente povoadas. Geralmente, essa situação torna-se mais evidente à medida que a população se torna mais concentrada (ainda que muitas comunidades com população numerosa encontrem soluções criativas para minimizar a geração de seus resíduos).

Em relação a problemática dos RSD, o caso da Dinamarca, mostrou que na década de 80, estava entre os países com maior taxa de geração de resíduos por habitante, quando comparada aos demais países, o que implicou no esgotamento rápido dos aterros sanitários do país. Diante disso, o governo dinamarquês optou por um rígido programa de gestão de resíduos. Foram adotadas medidas como: aumento de impostos sobre os resíduos e promulgação de legislação mais restritiva quanto a gestão de RSD - tornando obrigatórios programas de reciclagem. Com os recursos obtidos através dos impostos recolhidos sobre os resíduos, foram criados programas para redução, reuso e reciclagem dos resíduos. Essas medidas resultaram em queda considerável da geração e disposição de resíduos, além de aumento expressivo na quantidade de material reciclado (DAVIS; MASTEN, 2016).

No Brasil, a ABRELPE fornece o panorama anual dos Resíduos Sólidos, desde 2003. De acordo com a empresa, em 2018, foram geradas 216.629 toneladas/dia de RSD no país, o que representa uma geração per capita de 1,039 Kg/hab/dia. Da quantidade total gerada, cerca de pouco mais de 90% foi coletada, totalizando 199.311 toneladas/dia, mostrando que 17.318 toneladas/dia deixaram de ser coletadas e tiveram destino impróprio (ABRELPE, 2018). Ainda segundo o “Panorama ABRELPE dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019”, persistem formas inadequadas de disposição final, como aterros controlados e lixões, correspondendo, respectivamente a 16.727.950 t/ano e 12.720.250 t/ano. Portanto, apenas 43.300.315 t/dia foram enviadas para disposição em aterro sanitário (ABRELPE, 2018; BRASIL, 2010).

Ainda, para Davis e Masten (2016), são muitas as estimativas acerca da quantidade de resíduos gerada diariamente por habitante. A geração de RSD pode variar expressivamente em função dos hábitos das populações. São exemplos: compostagem doméstica (diminui a quantidade disposta de resíduos orgânicos), taxa de consumo de materiais industrializados (aumenta o número de embalagens recicláveis e diminui a quantidade de restos de alimentos orgânicos) dentre outros.

No Brasil, assim como em toda a América Latina, o cerne dos sistemas de gestão de resíduos são os aterros sanitários, enquanto em países desenvolvidos, esses sistemas já se baseiam no conceito de economia circular, onde os recursos são aproveitados ao máximo, através de reutilização, visando reduzir a quantidade de resíduos encaminhados aos aterros e expandindo sua vida útil (MARGALLO et al., 2019).

Diante disso, as estratégias elaboradas no país acabam na sua maioria, voltadas à disposição final persistindo a ocorrência de lixões a céu aberto, apesar de proibidos pela PNRS. Procedimentos como a segregação na fonte, coleta seletiva e tratamento - incineração, reciclagem, compostagem, digestão anaeróbia - são considerados inovadores e ainda são emergentes (ABRELPE, 2019; MARGALLO et al., 2019).

É importante destacar que, no Brasil, os municípios apresentam características muito variadas e, portanto, é necessário que cada um desenvolva e planeje o gerenciamento de resíduos, respeitando as particularidades locais (CEMPRE, 2018; MARGALLO et al., 2019). Nesse sentido, serão abordados conceitos importantes para a compreensão dos sistemas de gerenciamento de resíduos, ressaltando os pontos principais que devem ser considerados pelo poder público na elaboração desses sistemas.

2.2 Características dos resíduos sólidos

O gerenciamento adequado de resíduos sólidos implica na necessidade de realizar um diagnóstico e levantamento da quantidade e qualificação do material descartado. A análise do tipo de resíduo é extremamente importante para a verificação dos impactos ambientais e a adoção das medidas mitigadoras adequadas. É ainda relevante para implantação do beneficiamento dos resíduos gerados e etapas operacionais como separação, acondicionamento, armazenamento, transporte e disposição final (IBRAHIN et al., 2015).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com diferentes critérios, todavia, como já foi mencionado, neste estudo são significativas a classificação quanto a origem e a natureza dos resíduos. A origem se refere a atividade da qual provém o resíduo (residencial, comercial, institucional, construção e demolição,

serviços municipais, atividade agrícola etc.), enquanto a natureza do material, se refere a composição dos resíduos (orgânicos, inorgânicos, combustíveis, putrescíveis, não putrescíveis etc.) (DAVIS; MASTEN, 2016). Aleluia e Ferrão (2016), alertam para o fato de que não há uma delimitação consensual ou uniforme de RSU entre os países.

Em Pelotas, os resíduos que fazem parte do escopo desta pesquisa (RSD) são classificados em orgânicos e recicláveis, conforme sua composição, portanto, será a classificação discutida neste trabalho (PMGIRS- PELOTAS/RS, 2014).

Os resíduos orgânicos contemplam aqueles de origem natural (animal ou vegetal), de fácil decomposição, como os restos de alimentos, cascas de frutas, restos de poda e jardinagem. Já os resíduos classificados como recicláveis, englobam aqueles provenientes de processos artificiais, sintetizados em laboratório, trata-se de plásticos, papéis, vidros, metais etc. (IBRAHIN et al., 2015; BRASIL, 2010; DAVIS; MASTEN, 2016).

2.3 Resíduos sólidos domiciliares – RSD

São os resíduos originários de atividades domésticas em residências urbanas. A composição destes resíduos é bastante diversificada, trata-se de: restos de alimentos, papel, papelão, plásticos, tecidos, couro, folhas, troncos, vidro, latas, alumínio, metais diversos, eletrodomésticos, resíduos de jardinagem, pilhas, óleo, pneus, fraldas descartáveis, papel higiênico, podem ainda conter resíduos tóxicos (solventes, tintas, inseticidas remédios vencidos etc.) ou contaminados (seringas e agulhas usadas, curativos) dentre outros (BRASIL, 2010, DAVIS; MASTEN, 2016).

Diante da diversidade e complexidade dos RSD é necessária a classificação segundo o tipo de material presente em sua composição, para que se possa estabelecer quais serão os procedimentos adotados quanto ao gerenciamento. A partir do conhecimento dessas frações pode-se então determinar qual são as melhores alternativas para cada região (IBRAHIN et al., 2005).

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos refere-se à categorização dos tipos de materiais descartados pela população, e seu conhecimento é um passo fundamental para a gestão integrada e eficiente desses materiais, o conhecimento da composição dos resíduos sólidos permite o adequado planejamento do setor por meio de estratégias, políticas públicas e processos específicos que assegurem a

destinação ambientalmente adequada preconizada pela PNRS, levando-se em consideração as melhores alternativas disponíveis e aplicáveis, de acordo com os tipos e quantidades de resíduos existentes (ABRELPE, 2021).

Nesse sentido, os municípios devem conduzir periodicamente estudos sobre a composição dos resíduos, de forma a conhecer e acompanhar as mudanças ao longo dos anos e para orientar as melhores ações e processos a serem desenvolvidos no âmbito das administrações municipais (ABRELPE, 2021; CEMPRE, 2018).

A ABRELPE estimou a composição gravimétrica dos RSD no Brasil, e obteve os resultados ilustrados na Figura 1.

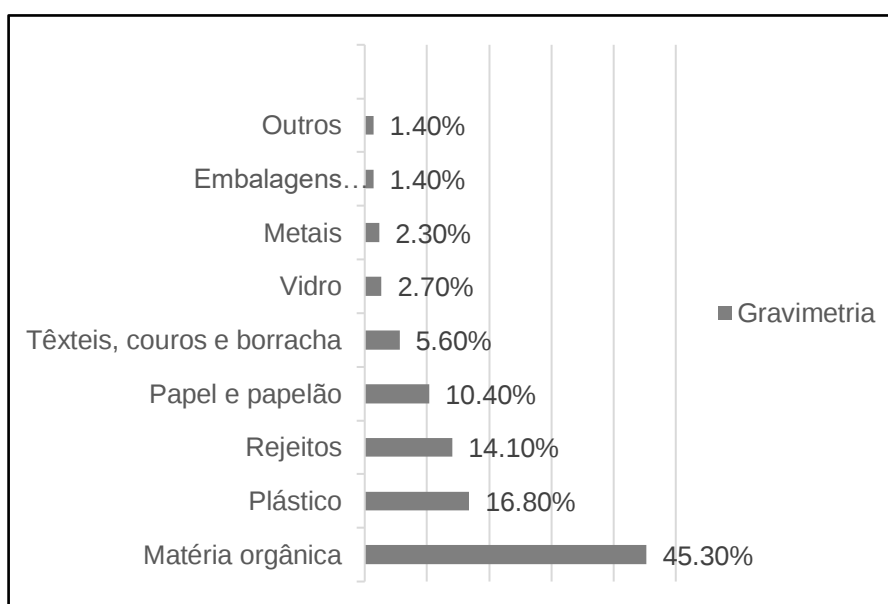


Figura 1 - Gráfico da gravimetria dos RSD no Brasil em 2021
Fonte: Adaptado de ABRELPE (2021)

Nota-se que a fração orgânica permanece como a principal componente dos RSD, com 45,3%. Já os resíduos recicláveis secos somam 35%, sendo compostos principalmente pelos plásticos (16,8%), papel e papelão (10,4%), além dos vidros (2,7%), metais (2,3%), e embalagens multicamadas (1,4%). Os rejeitos, por sua vez, correspondem a 14,1% do total e contemplam, principalmente, os materiais sanitários. Quanto às demais frações, temos os resíduos têxteis, couros e borrachas, com 5,6%, e outros resíduos, também com 1,4%, os quais contemplam diversos materiais teoricamente objetos de logística reversa (ABRELPE, 2020).

2.4 Gestão e gerenciamento de RSD

Diante da diversidade crescente de materiais que compõem os RSD, cada vez são necessários sistemas mais eficientes e complexos para equacionar as demandas inerentes aos processos de gerenciamento de resíduos.

Nesse sentido, a PNRS prevê a implantação de sistemas de coleta seletiva, que contempla a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. Segundo a PNRS, os resíduos recicláveis devem ser encaminhados para cooperativas de reciclagem cadastradas junto ao poder público e os resíduos de natureza orgânica devem seguir para parques de compostagem, seguindo para a disposição final, em aterros sanitários, apenas os rejeitos (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) (BRASIL, 2010).

Contudo, apesar das exigências supracitadas, trazidas pela PNRS, a coleta seletiva de materiais recicláveis é incipiente e parques de compostagem praticamente inexistentes na maioria dos estados brasileiros (ABRELPE, 2019).

De acordo com a ABRELPE (2019), quase $\frac{3}{4}$ (três quartos) dos municípios brasileiros fazem algum tipo de coleta seletiva, porém, essas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros. A quantidade de cidades que dispõem de tais serviços vem crescendo em todas as regiões do país.

O gerenciamento de resíduos sólidos precisa levar em conta todo o percurso do material, desde a geração até a disposição final. Trata-se de um processo complexo que envolve várias etapas, sendo as mais relevantes: geração, armazenamento temporário, coleta, transporte e tratamento. O projeto inadequado de qualquer um desses processos aumenta o custo operacional e pode resultar em poluição ambiental (DAVIS; MASTEN, 2016; PEREZ et al., 2017; SULEMANA et al., 2018). Cada etapa, envolve várias operações técnicas que dependem da existência de sistemas de coleta seletiva para as diferentes frações, e cada uma dessas etapas provoca impactos ambientais (PEREZ et al., 2017).

Este setor ganhou importância nas últimas décadas, dada a quantidade crescente de resíduos gerados pela sociedade, devido a maiores taxas de consumo e alto crescimento demográfico (DAS et al., 2019; MARGALLO et al., 2019).

Segundo a PNRS, o gerenciamento de resíduos sólidos pode ser definido como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010, Art. 3).

Nesse contexto, é oportuno frisar outra definição fundamental ao manejo adequado de resíduos sólidos, que a PNRS traz em seu Artigo 3º. Trata-se do conceito de gestão integrada de resíduos, que é caracterizado por “um conjunto de ações que visam soluções para os resíduos sólidos, nas dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010).

Já um sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos, visa otimizar o gerenciamento de cada fração dos resíduos (por exemplo, orgânicos, papel, vidro, metais, resíduos mistos), maximizando a recuperação (ou seja, materiais e energia) e minimizando a disposição final em aterro e os impactos ambientais (CALABRÒ; KOMILIS, 2019).

A PNRS (Art. 9º) também versa sobre a hierarquia que deve ser respeitada no gerenciamento dos resíduos do país e estabelece, por ordem de prioridade, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e, por fim, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A primeira etapa da gestão de RSD é a geração, assim que o material perde sua utilidade para o gerador (seu proprietário), passa a ser considerado resíduo. As características da geração de resíduos dependem da cultura local, condições socioeconômicas e é resultado das normas vigentes (DAVIS; MASTEN, 2016).

Após a geração, os resíduos podem ser segregados de forma a possibilitar o aproveitamento de uma parcela desses resíduos (segregação na fonte), através de programas de reciclagem, compostagem ou reutilização, por exemplo. Esta etapa está diretamente relacionada à legislação e cultura locais e cabe ressaltar a importância da participação pública na eficiência dos programas de reaproveitamento (DAVIS; MASTEN, 2016).

A etapa que segue a geração, é o armazenamento temporário dos resíduos. Trata-se do acondicionamento dos resíduos gerados, até a realização da coleta (PÈREZ et al., 2017).

Na etapa seguinte, ocorre a coleta dos RSD, trata-se do recolhimento e transporte dos resíduos, de forma especializada (MARGALLO, et al., 2019).

As duas últimas etapas são o transporte, que deve ser realizado por veículos adequados e com tecnologia apropriada, e a disposição final dos rejeitos, que deve se dar, conforme a PNRS, em aterros sanitários (DAVIS; MASTEN, 2016; BRASIL, 2010).

Os principais desafios da gestão de RSD, são relativos ao gerenciamento dos resíduos e estão associados aos aspectos primários do setor (geração e processos inadequados de coleta, transporte, tratamento e disposição final). Nesse contexto, além dos fatores apresentados, a composição dos resíduos também é essencial no desenvolvimento de estratégias adequadas de gestão de RSD, uma vez que a proporção de diferentes frações de resíduos determinará protocolos de coleta e tecnologias de tratamento que devem ser usadas em cada caso particular e, portanto, gerenciadas de forma específica (MARGALLO et al., 2019; POWELL; CHERTOW, 2019).

No Brasil, os pequenos municípios enfrentam os desafios mais significativos na gestão de RSD e na implementação de soluções e planos práticos, devido às limitações econômicas, acesso inadequado a tecnologias, dificuldade na organização de planos adequados de resíduos sólidos e carência de mão-de-obra qualificada (LOURENÇO, 2019; MARINO et al., 2018).

Dentre os principais desafios do gerenciamento de RSD, pode-se destacar:

2.4.1 Geração

A geração de resíduos tem sido estudada em diferentes níveis regionais (TISSERANT et al., 2017). A quantidade de resíduos gerada está crescendo rapidamente, sobretudo em países mais populosos e subdesenvolvidos (DAS et al., 2019). No Brasil, em 2018, foram geradas 79 milhões de toneladas de RSU, o que revela uma geração *per capita* de 1,039 Kg/dia (ABRELPE, 2019).

Ao considerar as abordagens mais adequadas para o gerenciamento de resíduos sólidos em uma cidade, é necessário prestar atenção às características e propriedades dos resíduos gerados, isso inclui aspectos como: as quantidades de resíduos gerados, composição dos resíduos, densidade, teor de umidade e valor calorífico. As características dos resíduos podem diferir significativamente entre países em desenvolvimento e desenvolvidos (ALELUIA; FERRÃO, 2016).

Para Kawai e Tasaki (2016), países desenvolvidos respondem por 40% da geração global de resíduos em comparação a 37% nos países em desenvolvimento e 23% nos países não desenvolvidos.

Nesse cenário, conhecer as quantidades geradas de RSD é de grande importância para aplicação da melhor técnica de gerenciamento. De acordo com a hierarquia prevista pela PNRS, a prioridade da gestão de RSU deve ser a não geração, seguida da redução e reutilização, respectivamente, demonstrando a relevância desta etapa para o êxito do processo. Esta etapa influencia diretamente o sucesso dos programas a serem implantados para o gerenciamento de resíduos, tais como reciclagem e compostagem. (BRASIL, 2010; DAVIS; MASTEN, 2016; KUMAR et al., 2011; MARGALLO et al., 2019).

Para Kumar (2011) e Das et al. (2019), a falta de conscientização ambiental da população é o principal fator que leva os moradores ao descarte inadequado, e ao comprometimento do resíduo passível de reaproveitamento. Para esses autores, nos países desenvolvidos, a situação também é preocupante, considerando que altos padrões de vida e renda *per capita* estão associados a altas taxas de consumo, resultando em grandes quantidades de resíduos.

2.4.2 Armazenamento temporário

Os resíduos podem ser dispostos de várias formas à coleta, e esse processo depende dos programas, relativos ao gerenciamento de resíduos, que são oferecidos à população pelo poder público. Dentre as formas que os resíduos podem ser disponibilizados para coleta, destacam-se: a via pública, a calçada e recipientes variados (cestos, contentores de alvenaria, plástico, metal etc.) ou ainda, o município pode contar com serviço de coleta containerizada, onde são alocados contêineres nas vias públicas, em pontos estratégicos, para descarte dos resíduos (MARGALLO et al.,

2019; MARINO et al., 2018; PÉREZ et al., 2017; PMGIRS-Florianópolis, 2017; PMGIRS-Pelotas, 2014).

A segunda etapa a ser considerada no gerenciamento de resíduos, diz respeito às atividades relacionadas à maneira como os resíduos são tratados, desde o ponto de geração até sua coleta para posterior transferência e transporte para as instalações de tratamento ou disposição final. Nesse estágio, vários aspectos precisam ser considerados, pois podem impactar os estágios subsequentes da cadeia de valor do gerenciamento de resíduos. Um desses aspectos é se os resíduos estão sujeitos a algum tipo de segregação (ALELUIA; FERRÃO, 2016; MARGALLO et al., 2019).

A separação de resíduos influencia significativamente a quantidade e o valor dos recursos que podem ser recuperados dos diferentes fluxos de RSD e, portanto, é a base de qualquer abordagem para a reutilização e reciclagem de resíduos (MARGALLO et al. 2019)

A separação de resíduos na fonte é uma medida participativa que requer a cooperação de todos que geram resíduos. Para uma segregação eficiente, são necessários esforços significativos em campanhas de educação ambiental para mudança de comportamento, além de investimentos consideráveis na criação de uma infraestrutura de apoio (por exemplo, contêineres diferentes para diferentes fluxos de resíduos) e a oferta de incentivos, para garantir a sustentabilidade a longo prazo das práticas de segregação de resíduos (ALELUIA; FERRÃO, 2016).

Pesquisas demonstram que muitos problemas decorrem de falhas que advêm do período de armazenamento. Em regiões onde existe a coleta seletiva, se os resíduos forem segregados na fonte e depositados para coleta no mesmo recipiente, misturados, haverá contaminação de todo resíduo, comprometendo o aproveitamento dos materiais para reciclagem e/ou compostagem, por exemplo, o que implica na disposição desses resíduos em aterros, aumentando o custo e provocando degradação ambiental (ALELUIA; FERRÃO, 2016; COLARES et al., 2016; DAS et al., 2019; MARGALLO et al., 2019; PÉREZ et al., 2017; PMGIRS-Florianópolis, 2017; PMGIRS-Pelotas, 2014).

2.4.3 Coleta

Esta etapa inclui a recolha e o transporte dos resíduos, através de caminhões projetados e adaptados para este fim. A coleta de resíduos, aliada ao transporte, são responsáveis por uma parcela significativa dos custos associados à gestão de resíduos sólidos urbanos (DAVIS; MASTEN, 2016).

O acondicionamento adequado de resíduos, o sistema de coleta e transporte planejado e os diversos serviços de limpeza complementares, devem ser feitos com qualidade e produtividade, a mínimo custo (CEMPRE, 2018).

O processo de descarte de resíduos na via pública ou em outros locais públicos é uma prática comum em muitos países, e o tempo prolongado de permanência de resíduos nessas áreas, implica diretamente em riscos à saúde, e deficiências neste processo devem ser tratadas com a introdução de pessoal treinado no setor, gerenciamento adequado de resíduos, aplicação de técnicas inovadoras de gestão ambiental e a disseminação da conscientização social e ambiental (DAS et al., 2019).

Neste cenário, a coleta adequada de resíduos preserva a saúde pública nas cidades e cria oportunidades para a valorização de resíduos e nesse sentido, a maneira como os resíduos são coletados é essencial para as opções de valorização dos resíduos, pois influenciará significativamente a qualidade dos materiais recuperados, composto ou combustível que podem ser produzidos. As principais variáveis do gerenciamento de resíduos incluem a coleta, a containerização e a frequência de coleta, a fim de garantir uma boa qualidade de vida em ambientes urbanos e rurais (MARGALLO et al., 2019).

O armazenamento adequado dos resíduos deve contar com recipientes que atendam aos requisitos de acondicionamento local e estático dos resíduos. Os coletores estacionários de vias públicas devem ter seu desempenho mecânico comprovado e estar em consonância com normas internacionais que considerem a reutilização (CEMPRE, 2018).

Existem formas variadas de coleta de RSD. No Brasil e na América Latina, de uma forma geral, as principais são listadas a seguir (MARGALLO et al., 2019):

a) Coleta convencional (coleta de calçada/porta a porta)

Trata-se de um sistema de coleta onde os geradores depositam seus resíduos em coletores ou diretamente na calçada, geralmente à frente de suas residências, onde são retirados pelo serviço de coleta do município, em veículos adequados. É

uma técnica econômica, indicada para regiões onde não há grandes aglomerados residenciais. Apresenta inconvenientes como suscetibilidade dos resíduos ao acesso de animais e ao arraste pela água da chuva, além de facilitar a formação de aglomerados de resíduos comprometendo a estética das vias públicas e tornando mais propícia a proliferação de vetores (YADAV; KARMAKAR, 2020).

b) Coleta seletiva

A coleta seletiva tem por objetivo recolher os resíduos segregados na origem e está diretamente ligada à reciclagem (CEMPRE, 2018).

Trata-se de um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte geradora. Os materiais recolhidos são vendidos às indústrias recicladoras, encaminhados a cooperativas de catadores ou, no caso dos orgânicos, encaminhados a usinas de compostagem (COLARES et al., 2016; CEMPRE, 2018).

Existem diversas formas de operar um sistema de coleta seletiva de resíduos sólido domiciliar urbano. Cabe a cada município avaliar e adotar o mais conveniente e adequado à sua realidade. Em alguns casos, a combinação de diferentes metodologias poderá gerar os melhores resultados (COLARES et al., 2016; CEMPRE, 2018; LOURENÇO, 2019).

Antes de iniciar qualquer projeto envolvendo coleta seletiva e reciclagem, é importante avaliar qualitativamente e quantitativamente o perfil dos resíduos sólidos gerados em diferentes pontos do município. Esta caracterização permitirá estruturar melhor o projeto de coleta. Na, no Brasil, há grande distinção entre as características dos resíduos de cada município (ABRELPE, 2019; CEMPRE, 2018).

As quatro principais modalidades de coleta seletiva encontradas no Brasil são: porta-a-porta (ou domiciliar), em postos de entrega voluntária, em postos de troca e por catadores (CEMPRE, 2018).

O sucesso da coleta seletiva está diretamente associado aos investimentos feitos em educação ambiental, visando a conscientização e sensibilização da população. Mas cabe ressaltar que a possibilidade de reciclar materiais só existe se houver demanda pelos produtos gerados pelo processamento destes, assim, antes de um município decidir se vai estimular a reciclagem, é importante verificar se há fonte para obtenção e mercado para comercialização dos materiais (CEMPRE, 2018).

Em suma pode-se dizer que para que um programa de coleta seletiva obtenha êxito em sua execução, deve estar baseado no tripé: tecnologia (para efetuar a coleta, separação e reciclagem), mercado (para absorção do material recuperado) e conscientização (para motivar o público-alvo) (CEMPRE, 2018).

c) Coleta containerizada

Tem como principal objetivo facilitar esta etapa e torná-la mais eficiente, utilizando menos mão-de-obra e abrangendo maiores áreas (CEMPRE, 2018; PMGIRS-PELOTAS, 2014).

A coleta mecanizada, como também é conhecida, pode complementar à coleta porta a porta, compreendendo um processo misto dessa etapa, utilizando sistemas diferenciados em função das características urbanísticas da cidade, disponibilidade de frequência de coleta e mão-de-obra operacional (PMGIRS-FLORIANÓPOLIS, 2017).

O princípio básico da coleta containerizada é utilizar contêineres carregados através de sistemas mecanizados aos caminhões, diminuindo a manipulação dos coletores dos resíduos sólidos segregados pela população (PMGIRS-PELOTAS, 2014; PMGIRS-FLORIANÓPOLIS, 2017).

A mecanização da coleta pode ocorrer com três sistemas principais: a) Coleta com carga traseira onde necessita do manuseio dos contêineres pelos coletores; b) Coleta com carga lateral onde a coleta ocorre totalmente mecanizada, com equipamento do caminhão coletor realizando o manuseio do contêiner; c) Utilização de sistemas soterrados, onde o modelo de mecanização é com a coleta lateral (PMGIRS-FLORIANÓPOLIS, 2017).

Trata-se do acondicionamento dos resíduos em contêineres, os quais ficam localizados nas vias da cidade. Em geral, ficam dispostos em distâncias predefinidas, que pode variar de 50 até 100m entre contêineres, com vistas a evitar que os munícipes percorram grandes distâncias (PMGIRS-FLORIANÓPOLIS, 2017).

O tamanho dos contêineres pode variar em função da geração de resíduos, da tipologia das vias, da tecnologia adotada e, podem possibilitar a segregação por tipo de resíduos (secos, orgânicos e outros), facilitando a coleta e tornando-a multi-seletiva (PMGIRS- FLORIANÓPOLIS, 2017).

O uso de contêineres para acondicionamento temporário de resíduos, traz vantagens e desvantagens nas esferas ambiental, social e econômica. Dentre os fatores que influenciam a eficiência da coleta containerizada pode-se citar os seguintes: design do contêiner (capacidade, presença de tampa e material que é constituído são exemplos), clima, o método de transferência dos RSU para os veículos de coleta, limpeza dos contêineres, acesso de animais e catadores informais aos contêineres e descarte adequado dos resíduos, salientando como fator determinante à eficiência da coleta containerizada, a atitude dos cidadãos (WAGNER; BROADDUS, 2016; CALABRÒ; KOMILIS, 2019). Nesse sentido, a maioria das desvantagens apontadas pelos PMGIRS de diversos municípios brasileiros, estão ligadas à atitude da população. Pode-se citar o caso das cidades de São Paulo e Pelotas, onde foi presenciada a disposição inadequada dos resíduos nos contêineres, visto que são misturados orgânicos e recicláveis (COLARES et al., 2016; PEREIRA et al., 2014, PMGIRS-PELOTAS, 2014; PGIRS-SÃO PAULO, 2014).

2.4.4 Transporte e Logística

O gerenciamento da logística de resíduos apresenta vários desafios. Requer a supervisão do transporte dos resíduos da fonte até a disposição final. É imperativo ter visibilidade de toda a operação para utilizar eficientemente os recursos. Programas ineficientes de logística para os resíduos dificultam o gerenciamento como um todo. Em se tratando de empresas que lidam com tratamento de resíduos, qualquer mau funcionamento no transporte de resíduos gera perdas graves (DAS et al., 2019).

Antes da transferência para as instalações de tratamento ou locais de disposição final, os resíduos coletados podem ser temporariamente mantidos em estações de transferência (também chamadas estações de transbordo). Estes locais destinam-se a receber os resíduos de veículos de coleta para posterior transferência à caminhões maiores, de modo a permitir um transporte de longa distância mais econômico. De fato, à medida que as quantidades de resíduos aumentam, as cidades se expandem e as instalações de processamento/disposição de resíduos ficam localizadas mais distantes dos centros das cidades e os custos com o transporte de resíduos tendem a aumentar (ALELUIA; FERRÃO, 2016; MARGALLO et al., 2019).

2.4.5 Tratamento

Várias tecnologias e métodos estão disponíveis para o tratamento e processamento de RSD. Seu objetivo é reduzir o volume de resíduos e/ou desviar os fluxos de resíduos dos aterros e do ambiente natural, que são a fonte de muitos impactos negativos. O tratamento de resíduos também oferece o potencial de recuperar recursos de materiais descartados, na forma de energia, materiais reciclados ou fertilizantes no solo (ALELUIA; FERRÃO, 2016).

Nos últimos tempos, avanços importantes foram feitos no desenvolvimento de novas tecnologias, embora ainda existam muitos desafios, dentre os quais pode-se citar: 1) Consumo de energia (estima-se que cerca de 2-3% da energia consumida por um país em desenvolvimento é usada para tratar esses resíduos) e 2) mão de obra qualificada (a disponibilidade de pessoal treinado e certificado para o gerenciamento de resíduos é fundamental, aproximadamente cerca de 30% dos custos totais incorridos em uma instalação de tratamento são para salário e manutenção do pessoal. Nos países desenvolvidos, o uso de máquinas automatizadas resolveu esse problema, já em municípios em desenvolvimento a intervenção pública pode ser uma ferramenta eficiente, mas a maneira mais eficaz e aplicável de reduzir a quantidade de resíduos descartados é através de programas de reciclagem, compostagem e reutilização dos resíduos (DAS et al., 2019, MARGALLO et al., 2019).

Considerando a seara desta pesquisa, os tratamentos comentados serão a reciclagem e a compostagem:

a) Reciclagem

Apresenta uma variedade de benefícios ambientais, sanitários, sociais, econômicos e educacionais. Essa abordagem reduz o uso de matérias-primas e a quantidade de resíduos depositados em aterros, criando oportunidades de emprego e renda (MARGALLO et al., 2019).

Esse processo pode ser visto como um ciclo, tanto aberto quanto fechado. A reciclagem primária (circuito fechado), consiste no uso de produtos reciclados na produção de itens idênticos ou semelhantes (como garrafas de vidro e alumínio). Já a reciclagem secundária, utiliza materiais reciclados para produção de novos produtos, com características distintas do original (como caixas de leite de polietileno utilizadas na fabricação de brinquedos). Já a

reciclagem terciária recupera os compostos químicos, ou a energia dos materiais (fabricantes de eletrônicos usam solventes destilados, utilizados em seu processo de fabricação, e reusam na produção de novos itens) (DAVIS; MASTEN, 2016).

Na base da cadeia dos processos de reciclagem, encontra-se o consumidor, que necessita comprometimento com a segregação na fonte, fator de suma importância e que, junto a coleta e transporte, separação e processamento e reinserção dos resíduos na cadeia produtiva, representa as etapas que devem ser seguidas para obtenção de êxito em qualquer programa de reciclagem (DAVIS; MASTEN, 2016).

As principais barreiras ao desenvolvimento da reciclagem de resíduos são a falta de conhecimento sobre os programas de reciclagem, a competição entre os setores formal e informal, a infraestrutura deficiente e a falta de gestão profissional adequada (MARGALLO et al., 2019).

Existem muitos aspectos que devem ser considerados para eficiência de um programa de reciclagem e que influenciam seu desempenho. A frequência da coleta, o fornecimento de um contêiner, a abordagem em relação à educação, os incentivos e a demografia da população são alguns dos fatores que podem influenciar o funcionamento de um programa. Esses parâmetros precisam ser cuidadosamente considerados para que as autoridades possam planejar o melhor sistema para sua comunidade (MARGALLO et al., 2019; WOODARD; HARDER; BENCH, 2006).

b) Compostagem

Trata-se de um sistema empregado a fim de reciclar resíduos orgânicos e sanitizar o lodo de estações de tratamento de efluentes e esgoto, visando obter um composto com propriedades como fertilização agrícola e corretor de solos para recuperação de áreas degradadas (HECK et al., 2013).

A PNRS prevê que apenas rejeitos sejam encaminhados aos aterros sanitários, contudo essa ainda é uma realidade distante no país. Segundo a ABRELPE (2018), os resíduos de natureza orgânica, que aparecem como a maior fração dentre os RSD, são encaminhados na maioria dos municípios à disposição final, juntamente aos rejeitos.

Nesse sentido, a compostagem é uma alternativa promissora, pois permite a reciclagem das moléculas orgânicas, com potencial nutricional. Esse processo é conduzido em usinas de compostagem, locais que são destinados a receber os resíduos orgânicos, dispondo-os em leiras com centenas de metros cúbicos. Trata-se de um sistema que requer uma estrutura especializada e que implica em altos investimentos por parte do poder público (CEMPRE, 2018). No entanto, uma alternativa menos dispendiosa é a compostagem domiciliar, onde a fração orgânica é estabilizada na fonte geradora, diminuindo o volume de resíduo a ser gerenciado pelo poder municipal (GUIDONI et al., 2013).

2.4.6 Disposição final

Segundo a ABRELPE (2020), no Brasil, a maior parte dos RSU coletados segue para disposição em aterros sanitários, tendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em uma década, passando de 33 milhões de toneladas por ano em 2010, para 43 milhões de toneladas em 2019. Por outro lado, a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por ano, em 2010, para aproximadamente 29 milhões de toneladas, por ano, em 2019.

Além disso, devido ao baixo índice de reciclagem no Brasil, são encaminhadas aos aterros sanitários grandes quantidades de resíduos, passíveis de aproveitamento, e que, no entanto, não tem o destino apropriado. Cabe mencionar aqui o fato de que a PNRS determina que devem ser encaminhados aos aterros sanitários exclusivamente rejeitos, mas, quando se O setor de gerenciamento de resíduos evoluiu da disposição final displicente, para sistemas integrados - e complexos - ao longo da história. Essa área ganhou importância nas últimas décadas, dada a quantidade crescente de resíduos que está sendo gerada, devido a maiores taxas de consumo e crescimento demográfico (MARGALLO et al., 2019).

A disposição final é uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), considerando as normas operacionais específicas a fim de evitar prejuízos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais analisa os panoramas anuais dos

RSU, fica evidente que estamos longe de atingir esse objetivo (ABRELPE, 2020; BRASIL, 2010).

A PNRS, define disposição final ambientalmente adequada como a “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”, e ainda determina que a única forma aceita para este fim é o aterro sanitário, estabelecendo, portanto, a erradicação de lixões e aterros controlados (BRASIL, 2010).

Em suma, quanto mais eficiente for a gestão dos RSU, menos resíduos serão encaminhados aos aterros, aumentando sua vida útil e obtendo benefícios econômicos, sociais e ambientais (MARGALLO et al., 2019).

2 Metodologia

Os procedimentos metodológicos realizados para alcançar o objetivo deste estudo, foram desenvolvidos nas seguintes etapas: 1) Entrevista; 2) Pesquisa documental e 3) Análise qualitativa dos dados.

3.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Pelotas, que fica situado no extremo sul do estado do Rio Grande Sul, no Brasil (Figura 2). Suas latitude e longitude são 31°52'52"S e 52°20'33"W, respectivamente.

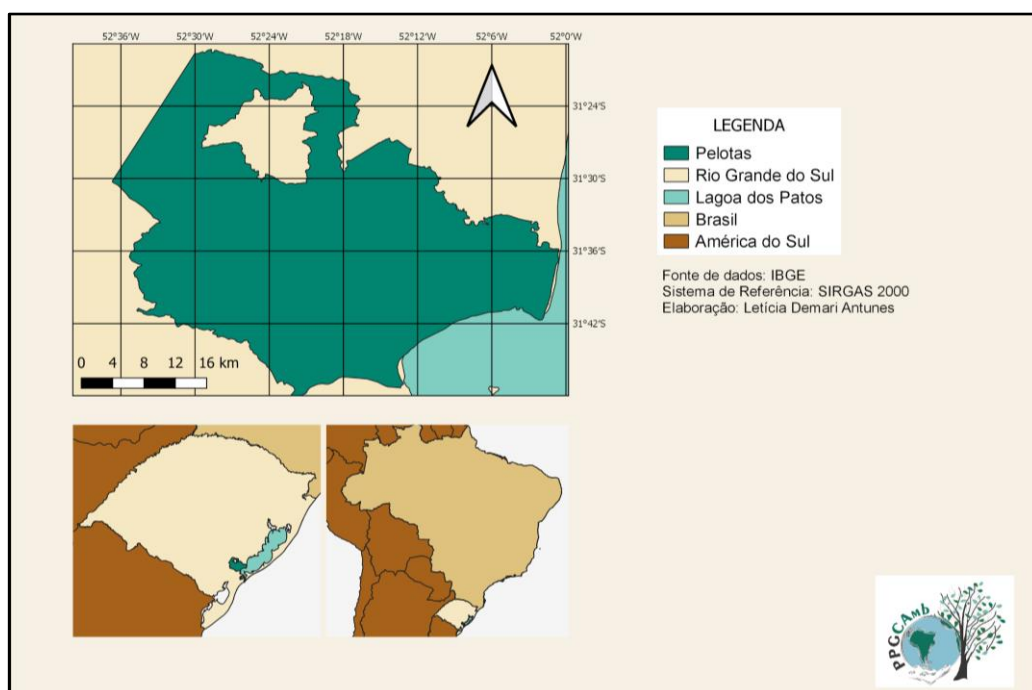


Figura 2 - Mapa da localização geográfica do município de Pelotas nos âmbitos estadual e federal

Fonte: Elaboração própria

Segundo o último censo, realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade possuía 328,275 habitantes e a previsão para 2020 era de atingir 343,132 habitantes (IBGE, 2020).

A área total do município corresponde a 1.609,708 m², e sua densidade demográfica é de 203,089 habitantes/m² (IBGE, 2010).

O III Plano Diretor do município, elaborado em 2008 (PELOTAS, 2008), estabeleceu, através do sistema de territórios, os limites para o planejamento do município. Foram identificadas e definidas escalas de território regional - rural e urbano (Figura 3).

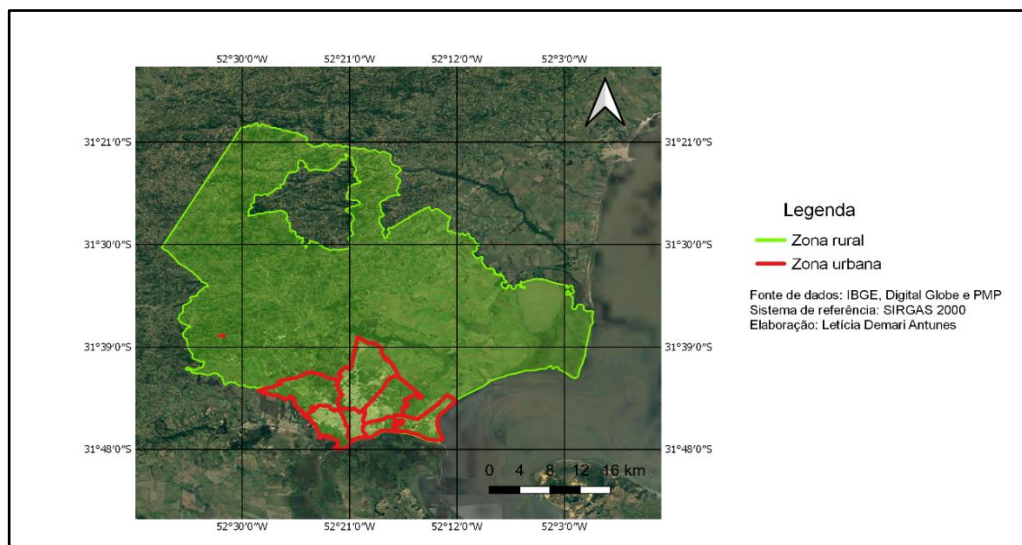


Figura 3 - Mapa da localização dos perímetros rural e urbano do município de Pelotas.
Fonte: Elaboração própria

A área urbana do município, cenário desta pesquisa, divide-se em sete macrorregiões, também chamadas regiões administrativas. São elas: Centro, Fragata, Barragem, Três Vendas, Areal, São Gonçalo e Laranjal (Figura 4) (PELOTAS, 2008).

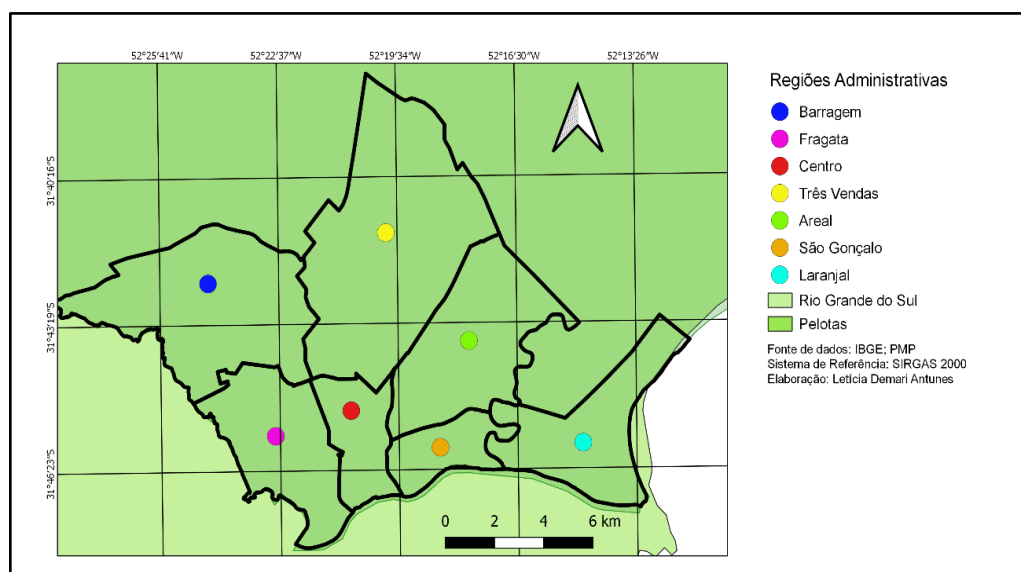


Figura 4 - Mapa das regiões administrativas do município de Pelotas
Fonte: Elaboração própria

3.2 Tipo de pesquisa

A pesquisa configura-se como qualitativa, do tipo exploratória (MARKONI; LAKATOS, 2017), do tipo estudo de caso (NASCIMENTO, 2016).

A pesquisa exploratória é uma investigação empírica, cujo objetivo é a formulação de um problema, com três finalidades: (1) desenvolver hipóteses; (2) aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno para a realização de uma pesquisa futura mais precisa; (3) modificar e clarificar conceitos (MARKONI; LAKATOS, 2017).

Foram utilizados procedimentos sistemáticos para as análises de dados e o tipo de dado qualitativo utilizado para a análise foi o texto, na forma de transcrição das entrevistas (MARKONI; LAKATOS, 2017).

Para Grahan (2011), a pesquisa qualitativa se diferencia de outras abordagens, porque não há separação entre conjunto de dados e a análise de dados. À medida que os dados são coletados, por meio de entrevistas, notas de campo, aquisição de documentos etc., é possível iniciar a análise. Dessa forma, análise e coleta de dados se deram ao mesmo tempo, durante este estudo, permitindo que as primeiras análises levantassem novas questões pertinentes à pesquisa que resultaram nas categorias supracitadas. A pergunta que definiu o problema da pesquisa, foi decidida no decorrer do estudo, observado que o que tinha sido determinado no projeto de pesquisa, não se mostrou viável (GRAHAN, 2011). Ocorre, que no decorrer do estudo, além de observar na prática, durante a transcrição das entrevistas, uma perspectiva diferente daquela construída com base na bibliografia, também foi preciso uma adaptação devido a pandemia de COVID-19, declarada durante a coleta de dados e que afetou significativamente o desenvolvimento da pesquisa.

Nesse contexto, por ser adequado às pesquisas de cunho exploratório, o método de pesquisa desenvolvido foi o estudo de caso que se caracteriza por fatores que podem ser distribuídos em três fases: 1ª) investigativa; 2ª) destinada à coleta de dados por meio de técnicas diversas e a 3ª) uma análise sistemática dos dados. O levantamento de dados, baseou-se em análises documentais e em depoimentos das pessoas envolvidas com o caso específico em estudo (gerenciamento de RSD do município de Pelotas) e esse processo é descrito ao longo deste capítulo. Para fundamentar o estudo de caso, foram utilizadas tabelas, quadros, gráficos e outros, que auxiliaram na elaboração das análises necessárias resultando no diagnóstico do

sistema de coleta containerizada de RSD do município de pelotas (NASCIMENTO, 2016).

3.2.1 Instrumentos de coleta de dados

Os instrumentos de pesquisa utilizados no levantamento das informações podem ser questionários, formulários, observação direta, entrevista, levantamento de dados isolados e/ou combinados, entre outros (NASCIMENTO, 2016).

Foram utilizados, como instrumentos de coleta de dados a entrevista e a pesquisa documental, discriminados a seguir.

3.2.1.1 Entrevista

Para Marconi e Lakatos (2017), a entrevista é “um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas, mediante conversação, obtenha informações a respeito de determinado assunto”. Ainda segundo essas autoras, trata-se de um procedimento que dentre outros fins, pode ser utilizado para a coleta de dados e/ou para ajudar no diagnóstico de um problema.

Nesse sentido, foram entrevistados, junto ao DRS do SANEP, dois técnicos que trabalham diretamente com o gerenciamento de resíduos do município. Duas entrevistas foram feitas com a técnica administrativa e foram realizadas no DRS, em dezembro de 2019 e em fevereiro de 2020. As demais entrevistas foram realizadas com o engenheiro, chefe do DRS, mas devido a pandemia de COVID-19, declarada em março de 2020, conforme já foi mencionado, ocorreram de forma remota.

A entrevista presencial se deu de forma não estruturada e não dirigida, onde a entrevistada foi solicitada a falar de forma genérica a respeito do sistema de coleta containerizada do município, sem um roteiro pré-estabelecido. Algumas das informações foram anotadas e outras foram passadas através de e-mail.

Quanto as entrevistas realizadas de forma remota, se deram através de e-mail e do aplicativo WhatsApp. Foi encaminhado um e-mail, solicitando que o entrevistado dissertasse acerca dos tópicos a seguir:

- Histórico da coleta containerizada no município incluindo:
 - Todo o processo desde que o sistema de coleta containerizada foi implantado;

- As mudanças e adaptações que ocorreram até o momento;
- Implantação do sistema containerizado e formato atual deste sistema.
- Objetivo esperado com os contêineres;
- Zonas contempladas e população atendida com o sistema;
- Quantidade de contêineres distribuída na cidade;
- Quantidade de RSU coletados (dia, mês e ano);
- Desafios e potencialidades identificados desde a implantação do sistema até o momento.

No entanto, o entrevistado optou por discorrer sobre cada tópico através de áudios encaminhados via WhatsApp, por ser necessário um detalhamento minucioso de cada item, para que fosse viável a elaboração do diagnóstico, objetivo desta pesquisa. Dessa forma, os áudios enviados acerca de cada um dos tópicos supracitados, foram transcritos e analisados segundo Bardin (2011), para estruturar os resultados.

3.2.1.2 Pesquisa documental

A pesquisa documental caracteriza-se por tomar como fonte de coleta de dados documentos, escritos ou não, que constituem o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ter sido feitas quando o fato ou fenômeno ocorre, ou mesmo após (MARCONI; LAKATOS, 2017).

Nesse contexto, foram analisados os seguintes documentos do DRS-SANEP:

1) Planilhas e gráficos de controle interno

a) Planilha 1: referente ao ano de 2019 e relativa às coletas convencional e containerizada de resíduos sólidos domiciliares. Os dados analisados foram os seguintes: A quantidade (Kg) mensal e anual de resíduos recolhidos por cada tipo de coleta, a quantidade (Kg) média diária de resíduos recolhidos por cada tipo de coleta, o custo mensal e anual referente a cada tipo de coleta, a quantidade total de contêineres distribuídos na cidade, o valor unitário de cada contêiner e o número mensal e anual de cargas, enviadas à disposição final, relativo a cada tipo de coleta;

- 2) Planilha 2: Referente à quantidade (Kg) mensal de resíduos recolhidos através do sistema de coleta containerizada, de 2011 até 2019;
- 3) Gráfico relativo aos dados da planilha 2;
- 4) Edital de licitação (concorrência 02/2017), para contratação da empresa responsável pela coleta containerizada de resíduos sólidos domiciliares no município de Pelotas;
- 5) Mapas da localização dos contêineres na cidade, das regiões atendidas pela coleta containerizada e a frequência e os horários de coleta;
- 6) PMGIRS-2014-Pelotas/RS.

3.2.2 Análise dos dados

A pesquisa apresenta o método da análise de conteúdo, como técnica de tratamento de dados em pesquisa qualitativa (BARDIN, 2011).

Para esta autora, o termo análise de conteúdo designa:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Ainda para Bardin (2011), a utilização da análise de conteúdo, como método de análise de dados, prevê três fases fundamentais (Figura 5): pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados - a inferência e a interpretação.

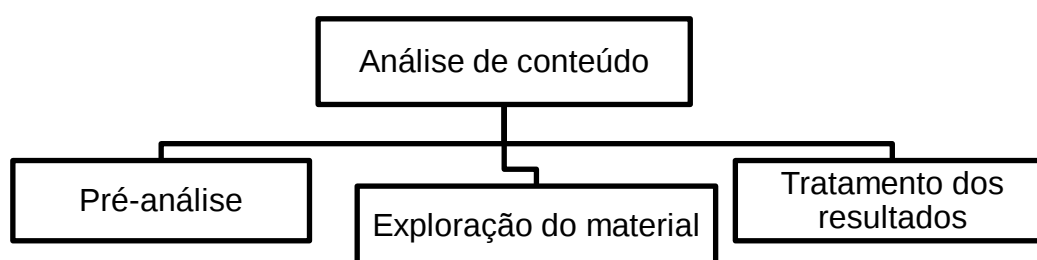


Figura 5 - Fases da Análise de Conteúdo.
Fonte: Adaptado de Bardin (2011).

A primeira fase, a pré-análise, pode ser identificada como uma fase de organização (BARDIN, 2011). E nesse sentido, o primeiro passo, da análise de conteúdo dos dados coletados neste estudo, foi a organização do material e de um

esquema de trabalho. Foi realizada a leitura da transcrição da entrevista e dos documentos fornecidos pelo DRS- SANEP, a partir daí, foram elaborados os indicadores que orientaram a interpretação e a preparação formal do material selecionado.

Da sistematização dos dados, ficaram estabelecidas as seguintes categorias, que compõem o diagnóstico do sistema de coleta containerizada de RSD, do município de Pelotas/RS: a) Gerenciamento de resíduos sólidos do município de Pelotas/RS; b) Caracterização e a evolução do sistema de coleta containerizada de RSD no município de Pelotas/RS; c) Situação atual do sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS e d) Os desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS.

3.3 Aspectos éticos da pesquisa

As questões éticas também influenciam a pesquisa qualitativa, assim como em qualquer outra pesquisa, mas afetam mais as etapas de planejamento e coleta de dados (GRAHAN, 2011). De acordo com as Resoluções nº 466/12 e 510/16, “toda pesquisa envolvendo seres humanos deve ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)”, de forma que, caso receba sua aprovação, possa ser iniciada em seguida a coleta de dados, conforme prevê a resolução.

O princípio do assentimento e consentimento totalmente informado, significa que os participantes de pesquisas devem saber exatamente o que está em foco, o que lhes acontecerá durante a pesquisa e qual será o destino dos dados que fornecerem depois que a pesquisa for concluída. Eles devem ser informados disso antes do início da pesquisa, e devem ter a opção de desistir a qualquer momento e, geralmente, se pedirem para encerrar sua participação, qualquer dado que tenha sido coletado a partir de suas informações será devolvido ou destruído (GRAHAN, 2011).

Nesse sentido, foi encaminhada ao SANEP uma carta (ANEXO A) solicitando a realização da pesquisa junto ao DRS. A realização da pesquisa foi autorizada pela autarquia, conforme ofício nº 530/2019 (ANEXO B). E antes do início da pesquisa, os entrevistados assinaram os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO C), conforme exigido pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de

Medicina da UFPel (CEP/FAMED), atendendo às exigências das Resoluções supracitadas.

O estudo foi aprovado pelo CEP/FAMED, conforme parecer consubstanciado em anexo (ANEXO D).

4 Resultados e Discussão

O processo de sistematização e análise dos dados, resultou na elaboração de um diagnóstico do sistema de coleta containerizada de RSD, no município de Pelotas. Os resultados foram organizados em etapas destacadas no diagnóstico: a) Descrição do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos do município; b) Caracterização e evolução do sistema de coleta containerizada de RSD; c) Apresentação da situação atual do sistema de coleta containerizada de RSD; d) Estrutura do sistema de coleta containerizada de RSD; e) Desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada de RSD e f) Sugestões de melhorias técnicas para o sistema de coleta containerizada de RSD.

O diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no município, acerca da origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas, consiste no primeiro item considerado indispensável à elaboração dos PMGIRS pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

Considerando que o PMGIRS de Pelotas está desatualizado, desde sua elaboração em 2014 até 2021 não sofreu nenhuma revisão ou atualização, os dados produzidos nesta pesquisa consistem em uma fonte de consulta importante para os gestores do município, observada a necessidade de atualização desse importante documento.

O esquema ilustrado na Figura 6 demonstra as etapas do diagnóstico do sistema de coleta containerizada de RSD orgânicos do município de Pelotas.



Figura 6 - Esquema das etapas que compõem o diagnóstico acerca do sistema containerizado de coleta de RSD de Pelota/RS

Fonte: Elaboração própria.

4.1 Gerenciamento de resíduos no município de Pelotas

Em relação a esta etapa do diagnóstico, os resultados mostraram que, no ano de 1984, o município sancionou a Lei nº 2.838 que transferiu o gerenciamento dos resíduos sólidos - coleta, tratamento e destinação final - que sob responsabilidade da

Prefeitura Municipal de Pelotas, ao Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP).

Em cidades de pequeno porte, a administração direta da gestão de resíduos, predominantemente é realizada pelo poder público. Em cidades de médio a grande porte, como é o caso do município em estudo, prevalece a criação de entidades autônomas – empresas públicas, autarquias ou sociedades de economia mista que possuem um sistema administrativo independente da burocracia municipal – objetivando uma maior agilidade e autonomia operacional e administrativa (CEMPRE, 2018).

Assim, o gerenciamento dos RSU de Pelotas é executado pelo SANEP, através do Departamento de Resíduos Sólidos (DRS), onde realiza a coleta, tratamento e a destinação final adequada dos RSD, incluindo-se a zona rural, e os resíduos provenientes dos serviços de saúde mantidos pela municipalidade.

Os dados mostraram que o SANEP em Pelotas oferece os seguintes serviços, quanto aos RSD: coleta (seletiva, containerizada e convencional) e destinação final (estação de transbordo e disposição final).

A coleta adequada de resíduos preserva a saúde pública nas cidades e cria oportunidades para a valorização de resíduos. A forma como os resíduos são coletados é essencial para as opções de valorização, uma vez que influenciará significativamente a qualidade dos materiais recuperados, composto ou combustível que podem ser produzidos. As principais variáveis do gerenciamento de resíduos incluem a coleta e a destinação final adequada, a fim de garantir uma boa qualidade de vida em ambientes urbanos e rurais (MARGALLO et al., 2019).

4.1.1 Coleta Seletiva dos RSD recicláveis

A PNRS, no âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, delega ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana a implantação da coleta seletiva. E prevê que, sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo PMGIRS, os consumidores são obrigados a:

- I - Acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados;
- II - Disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução (BRASIL, 2010, Art. 35).

A cidade de Pelotas conta com diferentes modalidades de coleta seletiva, como, projeto “adote uma escola”, ecopontos e coleta porta-a-porta. Entretanto, considerando a seara desta pesquisa, a modalidade abordada neste tópico refere-se apenas a coleta seletiva realizada porta-a-porta, pelo SANEP.

Segundo a ABRELPE (2019) e CEMPRE (2018), antes de iniciar um projeto envolvendo coleta seletiva e reciclagem, é importante avaliar qualitativamente e quantitativamente o perfil dos resíduos sólidos gerados em diferentes pontos do município. Esta caracterização permite estruturar a escolha do melhor projeto de coleta adequada ao município. De acordo com estas fontes, no Brasil, há grande distinção entre as características dos resíduos de cada município.

Foi verificado que a coleta seletiva porta-a-porta implantada em 2010 no município de Pelotas, tem como principal objetivo o recolhimento de materiais recicláveis e/ou passíveis de reaproveitamento. Estes resíduos se dividem em quatro grupos principais: papel, plástico, vidro e metal, que após serem coletados, são encaminhados primeiramente à Estação de Transbordo e posteriormente, às cooperativas de catadores, conveniadas à autarquia.

Atualmente a coleta seletiva atende 80% da zona urbana do município e; possui (06) seis cooperativas de reciclagem cadastradas. De acordo com CEMPRE (2018), cadastrar os catadores em cooperativas conveniadas as Prefeituras, é uma forma de gerar mais renda a esta faixa da população e ainda baixar os custos deste serviço ao poder público. A modalidade de coleta seletiva porta-a-porta em Pelotas, acontece em horários específicos, não coincidindo com a coleta dos resíduos orgânicos, contando com uma equipe e caminhões específicos para realização deste serviço.

Foi identificado, que a alternância dos horários entre as coletas seletiva e orgânica na cidade, foi uma tentativa dos gestores para engajar a população, evitando que os resíduos sejam misturados, comprometendo sua qualidade para a reciclagem. É importante enfatizar que o sucesso com a implantação de programas de coleta seletiva, está atrelado a investimentos em educação ambiental, visando a conscientização e sensibilização da população, aliado ao estudo de mercado que verifique se há fonte para obtenção e mercado para comercialização dos materiais (CEMPRE, 2018). Segundo a Lei 9795/1999, que dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA):

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, Art. 1º).

A PNEA, atribui ao Poder Público a incumbência de definir as políticas públicas e engajar a sociedade no processo educativo para garantir a conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente. E, “à sociedade como um todo, manter atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais” (BRASIL, 1999).

Nesse aspecto, os dados mostraram que as ações de educação ambiental para a conscientização da população quanto a segregação de resíduos em Pelotas, aconteceram apenas quando a coleta seletiva foi implantada, o que vai de encontro a um dos princípios básicos da educação ambiental, que é a garantia de continuidade e permanência do processo educativo (BRASIL, 1999). Essa carência, reflete em grandes quantidades de rejeitos e material orgânico encaminhados às cooperativas de reciclagem, comprometendo a reciclagem e acarretando prejuízos ambientais, econômicos e de saúde pública.

Jesson et al. (2014), classificaram as principais barreiras à reciclagem em quatro grupos: situacionais (recipientes inadequados, falta de espaço em casa, segregação não confiável etc.); comportamentais (desorganização doméstica, falta de tempo ou de uma rotina doméstica etc.); de conhecimento (não saber o que reciclar ou os aspectos básicos do processo de reciclagem); e barreiras de atitude (não acreditar no benefício ambiental e a falta de recompensa ou reconhecimento pelos esforços).

Conke (2018), pesquisou as principais dificuldades que limitam o desenvolvimento de programas de reciclagem no Brasil, em cada etapa do gerenciamento de resíduos, e os resultados corroboram com Jesson et al. (2014). Conke (2018) demonstra, que na etapa de geração destacam-se como principais contrariedades a eficiência dos programas de reciclagem: a falta de informação dos munícipes, que não conhecem os aspectos operacionais dos programas de reciclagem (reciclabilidade de materiais, horários de coleta e a destinação dos resíduos segregados na fonte); a falta de retorno quanto ao comportamento ambiental (falta de incentivo, punição ou *feedback*); o descarte irregular; o difícil acesso aos

locais de entrega de materiais recicláveis e a falta de recipientes adequados para o descarte dos resíduos nas vias públicas.

Os dados revelaram que o programa de coleta seletiva porta-a-porta do município, prevê que os resíduos sejam segregados na fonte (residências), e dispostos nas calçadas, devidamente embalados, conforme especificado na Lei Municipal 4.354, de 1999, que dispõe sobre o “Código Municipal de Limpeza Urbana e dá outras providências”, nos horários específicos, determinados pelos gestores e divulgados à população atendida. Dessa forma, os resíduos são depositados nas vias públicas em horários próximos ao horário da coleta.

Segundo Conke (2018), programas de reciclagem precisam, para ser eficientes, além de focar em como reciclar (como segregar, quais materiais são passíveis de reciclagem, qual é o horário da coleta etc.) conscientizar a população sobre o porquê é importante reciclar e quais as implicações que decorrem da falta de comprometimento com a segregação. A população precisa ter uma visão holística do processo para ser sensibilizada a participar das campanhas.

Foi constatado, da análise dos dados, que a maioria dos horários da coleta seletiva de materiais recicláveis no município, são durante o dia em horário comercial (das 8h às 18h), inviabilizando a participação da população que trabalha fora dada a necessidade de estar em casa para dispor o resíduo no horário determinado. Outro inconveniente é quando os resíduos são dispostos para a coleta em horários fora do estipulado. Neste caso os resíduos ficam sujeitos as intempéries, acessíveis a animais e atraem a presença de catadores informais, que acabam desviando os resíduos das cooperativas, gerando impactos ambientais negativos e comprometendo a estética das ruas.

A separação de resíduos na fonte é uma medida participativa que requer a cooperação de todos que geram resíduos. Para uma segregação eficiente, são necessários esforços significativos em campanhas de educação ambiental para mudança de comportamento, além de investimentos consideráveis na criação de uma infraestrutura de apoio (por exemplo, contêineres diferentes para diferentes fluxos de resíduos) e a oferta de incentivos, para garantir a sustentabilidade a longo prazo das práticas de segregação de resíduos (ALELUIA; FERRÃO, 2016).

4.1.2 Coleta regular dos RSD orgânicos

No que tange a esta etapa do diagnóstico, é possível constatar que a coleta de resíduos orgânicos realizada porta-a-porta, atende os locais que não contam com o sistema containerizado, abrangendo um total de 50 setores do município. Foi identificado que essa modalidade de coleta recolhe cerca de 60 mil toneladas de RSD por ano.

Segundo a Lei Ordinária Municipal nº. 4.354, de 1999, para este tipo de coleta, os munícipes devem separar os resíduos orgânicos gerados em sua residência, embalá-los adequadamente e, nos dias e horários estabelecidos pelos gestores, dispô-los na calçada, próximo ao horário da coleta.

Essa exigência tem por finalidade evitar que os resíduos fiquem expostos por grandes períodos às intempéries, acessíveis aos catadores informais ou a animais, contudo, os dados demonstram a falta de comprometimento da população quanto ao cumprimento da legislação, revelando que os resíduos são descartados a qualquer tempo provocando “focos de lixo”, resíduos dispersos pela ação de catadores informais e animais.

Tal situação é provocada pela falta de recipientes adequados ao armazenamento temporário de RSD nessas regiões, pela necessidade dos munícipes de descartar os resíduos em horários que se encontrem em suas residências e que muitas vezes não coincidem com o horário estipulado para a coleta, levando ao descarte em horários aleatórios e pela carência de campanhas de conscientização da população.

Pérez et al. (2017), afirmam que o armazenamento temporário é uma etapa fundamental ao êxito do processo de gerenciamento, pois dela dependem as etapas subsequentes e, se mal gerenciada, afeta negativamente a evolução do processo. Nesse sentido, a disponibilização de recipientes adequados é um dos fatores determinantes quando aliada a campanhas de educação ambiental.

4.1.3 Destinação Final dos RSD

Em relação a esta etapa, foi verificado que o Aterro Sanitário Metade Sul, compõe juntamente à Estação de Transbordo de Pelotas (ETP), compõem o sistema de destinação final dos RSD do município de Pelotas.

Os dados revelaram que a inauguração da ETP foi em 2012, e consiste em uma estrutura fundamental no processo de gerenciamento dos RSD do município. Trata-se de um terreno de 5 hectares e uma área construída de 1,2 m², que dispõe de balança rodoviária digital (com capacidade para a pesagem de até 100 toneladas de resíduos), análise de águas, coleta de chorume e plataformas impermeabilizadas.

Atualmente a ETP recebe cerca de 350 toneladas de resíduos por dia, provenientes dos serviços de coleta de RSD e provenientes da limpeza pública (varrição e podas). Segundo o PMGIRS de Pelotas, essa quantidade de resíduos era prevista para 2030. No documento foram considerados os dados populacionais e taxas de crescimento do IBGE (2010), utilizando o método de crescimento geométrico e aplicando-os em uma fórmula matemática. Para a projeção da produção de resíduos foi utilizado um crescimento uniforme de 3,5% ao ano, que leva em conta, além do crescimento populacional, outras variáveis como as mudanças de poder aquisitivo e costumes da população.

Para os gestores, esse crescimento exponencial não é apenas fruto do aumento da população, mas, principalmente, dos seus hábitos de consumo, e há uma preocupação quanto ao crescimento desproporcional do número de habitantes em relação à geração de resíduos, que chega a ser até seis vezes mais acelerada. Esses dados refletem uma sociedade que prima pelo descartável e que, segundo os gestores, não tem perspectiva de reverter essa condição em curto prazo. Para Davis e Masten (2016), as características da geração de resíduos dependem da cultura local, condições socioeconômicas e é resultado das normas vigentes.

Nesse sentido, observa-se que a PNRS determina a hierarquia que deve ser respeitada no gerenciamento dos resíduos do país e estabelece, por ordem de prioridade, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e, por fim, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Foi constatado que dada a quantidade elevada de resíduos que chegam a ETP, o município em estudo não está em consonância com a Lei nº 12.305 de 2010 e que não existem projetos para adequação nesse sentido. Foram

identificadas medidas de baixo impacto, como a iniciativa de retirar as embalagens plásticas das feiras livres.

Tais resultados corroboram com os dados do estudo dos autores Margallo et al. (2019), que demonstram que o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil se baseia predominantemente na disposição final, ao contrário de países desenvolvidos, como a China, onde já se baseiam no conceito de economia circular, encaminhando para a disposição final uma ínfima quantidade de resíduos.

Foi observado que ETP foi licenciada pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM), órgão responsável pelo licenciamento ambiental do governo estadual. A ETP também recebe resíduos provenientes da limpeza urbana, como varrição e restos de poda, já os resíduos provenientes da construção civil, das indústrias e dos serviços de saúde, não chegam ao transbordo.

O caminho percorrido pelos resíduos dentro da ETP é sistemático e organizado de forma que não permaneçam muito tempo até serem encaminhados ao destino, começando pelo sistema de recepção, cujo fluxo corresponde à entrada de 70 caminhões por dia. Os caminhões da coleta seletiva são pesados e direcionados às cooperativas, enquanto os demais, passam pelas etapas descritas na Figura 7, que demonstra esta trajetória dentro da ETP.

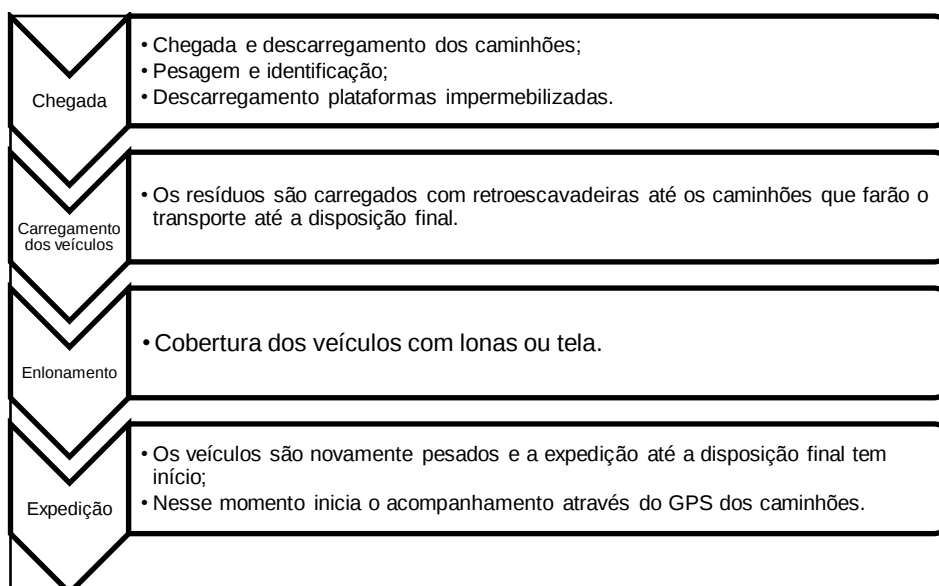


Figura 7 - Esquema da trajetória dos resíduos orgânicos na ETP
Fonte: Elaboração própria

Após a expedição, os resíduos são encaminhados ao Aterro Sanitário Metade Sul, localizado no município de Candiota - RS, a 150 Km de distância de Pelotas.

A disposição final em aterro sanitário é uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada, previstas na PNRS, considerando as normas operacionais específicas a fim de evitar prejuízos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Contudo, cabe ressaltar a hierarquia determinada pela Lei 12.305/2010, que prevê a diminuição da geração dos resíduos como prioridade. Além disso, a PNRS determina que sejam encaminhados aos aterros sanitários apenas rejeitos, mas essa ainda não é a realidade na maioria dos municípios brasileiros, inclusive em pelotas, onde os dados revelaram que os resíduos de natureza orgânica, com potencial para compostagem são encaminhados ao aterro supracitado.

Quanto as características técnicas do aterro Metade Sul, os dados mostraram que o empreendimento possui Licença de Operação, emitida pela FEPAM e é composto por uma célula para disposição de resíduos sólidos urbanos, seis lagoas de acúmulo de efluente, um sistema físico-químico de tratamento de efluentes, uma área de abastecimento de maquinário, com 60m², contendo um tanque para armazenamento de óleo diesel, uma balança rodoviária e prédios administrativos.

As atividades administrativas, de formulação de políticas e de planificação, embora estejam sob a responsabilidade do município ou das autarquias, observa-se, na parte operacional, uma crescente concessão dos serviços a empresas privadas (CEMPRE, 2018).

Nesse sentido, o SANEP contrata, através de licitação, empresas terceirizadas que são responsáveis, dentre outros serviços, pela operação do sistema de coleta containerizada no município. A vencedora do último certame, realizado em 2017 e ainda vigente, foi a empresa Onze Construtora. Portanto, a execução dos serviços de coleta containerizada, incluindo o transporte dos resíduos no perímetro urbano da cidade de Pelotas até a ETP e o custo por eventuais reposições dos contêineres devido a danos (até mesmo os provocados por vandalismo) são responsabilidade da empresa.

4.1.4 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Pelotas/RS

Os dados mostraram que em 2014, foi elaborado o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Pelotas, um marco importante para o gerenciamento de resíduos sólidos do município, atendendo a uma obrigação legal da PNRS, que institucionaliza os PMGIRS como instrumento para a gestão dos resíduos sólidos no Brasil. Sua elaboração consiste em um pré-requisito para que os municípios possam acessar recursos federais, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

4.2 Caracterização e evolução do sistema de coleta containerizada de RSD, em Pelotas/RS

No que se refere a esta etapa do diagnóstico, os resultados revelaram que o serviço de coleta containerizada de RSD de Pelotas, consiste basicamente na instalação, segundo parâmetros⁴ técnicos, de contêineres específicos para armazenamento temporário de RSD, em locais pré-determinados pelo SANEP.

Os dados mostraram que o sistema containerizado de coleta de RSD de Pelotas, consiste na instalação de contêineres estacionários, em pontos estratégicos das vias públicas do município, quando e onde as características destas, assim o permitirem. É realizada mediante um caminhão coletor/compactador, dotado de dispositivos na parte traseira do veículo *lifter*⁵, que permitem a realização de processos de basculamento e descarregamento dos contêineres dispostos nas vias públicas. Cabe ao munícipe a destinação do resíduo gerado em sua residência ao contêiner mais próximo de sua residência, sendo que este contêiner estará no máximo a 70 m de distância de sua moradia.

Os dados revelaram que o PMGIRS da Cidade de Florianópolis/SC é consoante ao PMGIRS de Pelotas quanto as diretrizes para a implantação do sistema de coleta containerizada de RSD que são: a) elaboração de projeto detalhado das áreas de atendimento por coleta mecanizada; b) atendimento às normas urbanísticas existentes, ou que vierem a existir, dos locais de implantação, considerando o tráfego

⁴ NBR 15911-1:2010 que especifica os requisitos gerais de segurança, saúde e ergonomia para contentores móveis de plástico para acondicionamento de resíduos.

⁵ Estrutura que coleta, inclina e esvazia contentores

local, estacionamentos, calçadas, ciclovias e a disposição da fiação elétrica; c) previsão e regulamentação de locais públicos para implantação dos contêineres, prevendo área para manobra dos caminhões; d) instalação dos contêineres de acordo com a geração de resíduos da área a ser atendida, devendo estar distante no máximo a cada 100 metros e, e) consideração quanto a utilização de contêineres distintos para as frações de resíduos secos, orgânicos e rejeitos.

Os dados apontam que o município de Pelotas foi um dos pioneiros na implantação do sistema de coleta containerizada de RSD no país. A implantação ocorreu de forma incipiente, em 2005, como uma estratégia de ação local, visando sanar problemas decorrentes da coleta domiciliar convencional. Em alguns pontos da área urbana do município, o surgimento de novos conjuntos habitacionais de forma rápida e desordenada e a alta concentração de estabelecimentos comerciais em alguns pontos trouxeram impactos negativos para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Buscando minimizar e/ou evitar esses impactos, o DRS optou por adotar o sistema containerizado de coleta.

Segundo o “Guia para a Elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos” (2011), a coleta containerizada de RSD é indicada para locais específicos que apresentam volumes de resíduos mais significativos, como os condomínios e similares, áreas comerciais, locais que apresentam alta densidade demográfica e fluxo intenso de veículos e pedestres. E os dados revelaram que foram seguidos estes critérios técnicos em Pelotas, para a implantação do sistema containerizado de coleta.

A Figura 8 mostra os resíduos dispostos na via pública, enquanto a Figura 9 ilustra um recipiente improvisado pela população, para o armazenamento temporário dos resíduos. As imagens são anteriores a implantação do sistema containerizado, observa-se o acúmulo desordenado de resíduos que ficavam expostos as intempéries, atraíam catadores informais, além de ser acessíveis a animais.



Figura 8 - Imagem de resíduos dispostos na via pública.
Fonte: PMGIRS- Pelotas/RS, 2014.



Figura 9 – Imagem do dispositivo para armazenamento temporário de resíduos improvisado pela população.

Para a organização interna do DRS, o SANEP estruturou o Município em setores, respeitando, em parte, os limites das macrorregiões, porém dividindo alguns bairros de acordo com diversos parâmetros estudados, tais como população, previsão de geração, fração de materiais recicláveis, entre outros.

Os setores atendidos pelo sistema de coleta containerizada são: Centro Norte A, Centro Norte B, Centro Sul A, Centro Sul B, Centro Sul, apartamentos Guabiroba e apartamentos Pestano/Lindóia (Figura 10).

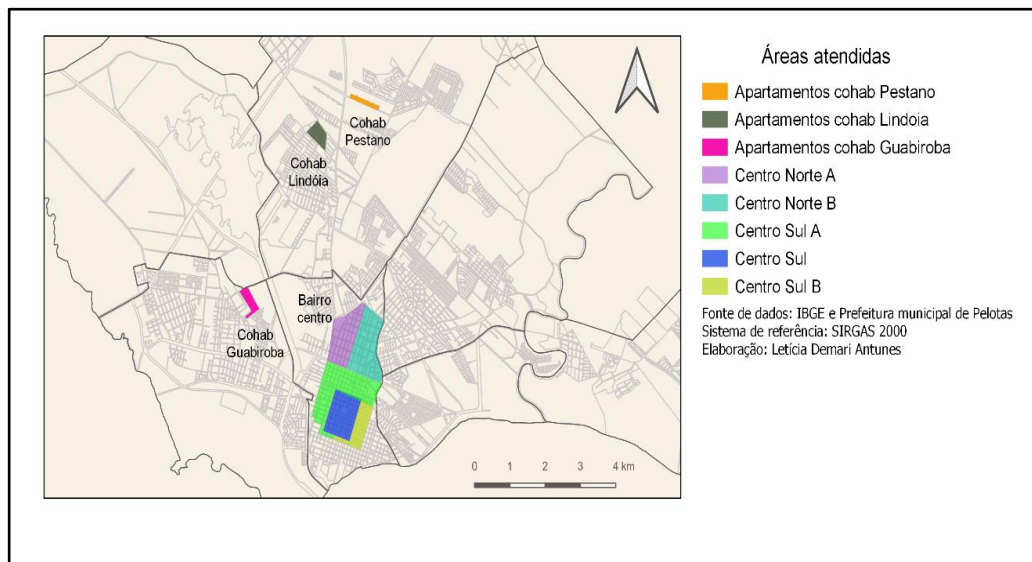


Figura 10 - Mapa da abrangência do sistema de coleta containerizada no município de Pelotas/RS

Fonte: Elaboração própria

Foi verificado que a abrangência do sistema foi determinada de acordo com os critérios técnicos inerentes a coleta containerizada. Foram observados os seguintes aspectos: áreas de grande fluxo de veículos, que dificultam a coleta e o transporte dos resíduos, grandes blocos residenciais que geram grandes quantidades de resíduos que, quando acumulados de forma desordenada, provocam problemas sanitários diversos (contaminação do solo, água e ar, entupimento de bueiros, proliferação de vetores de doenças etc.), áreas com grande concentração de estabelecimentos comerciais que produzem grandes volumes de resíduos de naturezas diversas.

Desde a sua implantação no município, esse sistema passou por diversas alterações, motivadas pelas necessidades observadas durante a execução do serviço. O objetivo dessas alterações, discriminadas a seguir, foi aprimorar o serviço prestado e ampliar a taxa de reciclagem.

Implantado de forma incipiente, em 2005, o sistema containerizado atendia inicialmente a coleta seletiva e contava com um total de 450 contêineres metálicos, com capacidades de 3,2 e 2,5 m³ e devidamente identificados - segundo a Lei Municipal nº. 5.459 de 2008, que “dispõe sobre a instalação de lixeiras com cor indicativa da coleta seletiva (...) e dá outras providências”.

O sistema era composto por 200 contêineres identificados com a cor verde, destinados para acondicionamento dos resíduos recicláveis e 250 contêineres de cor laranja, destinados à disposição dos resíduos orgânicos. Além da diferenciação por cores, os contêineres também tinham placas de identificação com a descrição do resíduo que deveria ser descartado em cada recipiente como mostra a Figura 11.



Figura 11 – Imagem da coleta containerizada seletiva de Pelotas.
Fonte: PMGIRS-Pelotas/RS, 2014).

Esse sistema contava com um caminhão coletor/compactador, dotado de dispositivos automáticos na lateral do veículo, que permitiam a realização dos processos de carregamento, basculamento e descarregamento dos contêineres dispostos em via pública, pelo motorista, de forma direta, desde a cabine.

Em 2009 ocorreu a primeira alteração no sistema, com a implantação da coleta containerizada absoluta. Trata-se de uma medida prevista no Decreto Municipal nº. 5.136 de 30 de dezembro de 2008, que permite apenas os contêineres como recipientes para o armazenamento temporário nas vias públicas das áreas atendidas pelo sistema. Esta determinação teve como objetivo padronizar o armazenamento temporário dos resíduos, facilitar a coleta e o descarte dos RSD, melhorar os aspectos estéticos das vias e diminuir impactos ambientais negativos.

Para Calabro e Komilis (2019), a disponibilização de recipientes adequados para armazenamento temporário dos resíduos, influencia diretamente no engajamento e comprometimento da população com a segregação e descarte adequados. Segundo os autores, a presença de contêineres aumenta significativamente as quantidades de materiais recicláveis de qualidade quando a

iniciativa está aliada a intensas campanhas de conscientização. No entanto, os dados revelaram que não houve mudanças significativas nos hábitos da população após a implantação da coleta containerizada absoluta em Pelotas, pois as campanhas de conscientização ocorreram de forma isolada e não tiveram continuidade, indicando uma fragilidade no gerenciamento dos RSD.

Dois anos após, em 2011 os contêineres destinados aos resíduos recicláveis foram retirados, e a coleta containerizada no município passou a recolher apenas resíduos orgânicos. Essa alteração foi motivada pela falta de comprometimento da população tanto com a segregação na fonte, quanto com a disposição dos resíduos em seus respectivos contêineres, o que afetava a qualidade e quantidade dos recicláveis encaminhados às cooperativas (a taxa e reciclagem ficava em torno de 2%) e aumentava a quantidade de resíduos encaminhados à disposição final, já que os resíduos eram descartados misturados em ambos os contêineres. Com essa mudança, o município passou a contar com o sistema containerizado apenas para coleta de resíduos orgânicos.

Os problemas enfrentados pelos gestores em Pelotas, quanto a falta de comprometimento da população, corroboram a afirmação apresentada pelos autores Calabro e Komilis (2019), de que a eficiência do gerenciamento de resíduos está baseada tanto na qualidade do serviço prestado pelos municípios quanto na atitude da sociedade, em relação a participação efetiva, na disponibilização do resíduo devidamente segregado.

Davis e Masten (2016) também apresentam alguns pontos relevantes que devem ser considerados nos projetos de sistemas de coleta de resíduos. Os autores demonstram que a implantação de sistemas de coleta de RSD municipais, requerem um planejamento criterioso que leva em conta as condições pertinentes à área em questão, para avaliar e escolher o sistema mais indicado de coleta e afirmam que é necessário considerar fatores básicos, dos quais depende a eficiência desses sistemas, como a localização, as características dos resíduos gerados e que são próprias de cada comunidade, a população atendida, presença ou ausência de cooperativas de reciclagem e as informações dadas à população acerca da iniciativa que será implantada.

No mesmo sentido, Kumar (2011) e Das et al. (2019) apontam a falta de conscientização ambiental da população como principal fator que leva ao descarte inadequado, e ao comprometimento do resíduo passível de reaproveitamento.

Aleluia e Ferrão (2016) também reiteram a importância da segregação adequada. Segundo os autores em regiões onde existe a coleta seletiva, se os resíduos forem segregados na fonte e depositados para coleta no mesmo recipiente, misturados, haverá contaminação de todo resíduo, comprometendo o aproveitamento dos materiais para reciclagem e/ou compostagem, por exemplo, o que implica na disposição desses resíduos em aterros, aumentando o custo e provocando degradação ambiental.

Percebe-se que, apesar da estrutura oferecida pelo poder público através do sistema de coleta containerizada, sendo é uma tecnologia utilizada em muitos países de primeiro mundo, obtendo-se altos índices de aproveitamento dos materiais reciclados; foi constatado que a eficiência do serviço em Pelotas foi extremamente comprometida devido à falta de engajamento da população com a segregação e disposição adequadas dos resíduos. Esse resultado reflete diretamente a carência de programas efetivos de educação ambiental, junto à população atendida, corroborando os estudos de Calabro e Komilis (2019) e Kumar (2011).

Em 2012, segundo os dados obtidos, foram adquiridos mais 300 contêineres, e o município passou a contar com 750 contêineres. Essa mudança foi necessária devido ao crescimento populacional que resultou em um incremento expressivo das quantidades de resíduos gerados.

A Figura 12 mostra o aumento significativo da quantidade coletada de RSD devido ao aumento do número de contêineres.

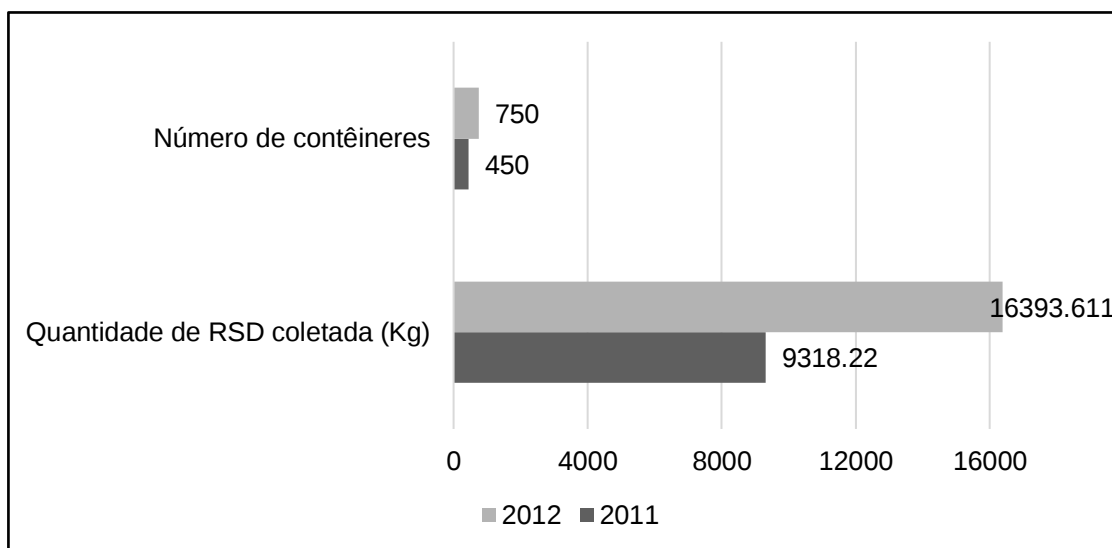


Figura 12 – Gráfico comparando as quantidades de RSD coletadas pelo sistema containerizado, nos anos de 2011 e 2012

Fonte: Elaboração própria

Os dados também revelaram um aumento do custo do serviço de coleta containerizada no município, em 2012, como consequência da ampliação do número de contêineres e da quantidade de RSD coletada. Os custos do sistema containerizado são calculados por cada unidade de contêiner, já com relação a quantidade coletada, os custos se referem a disposição final no aterro sanitário, que são calculados por tonelada, o que justifica o aumento dos gastos com a ampliação do sistema.

A Figura 13 mostra a comparação dos custos entre os anos 2011 e 2012.

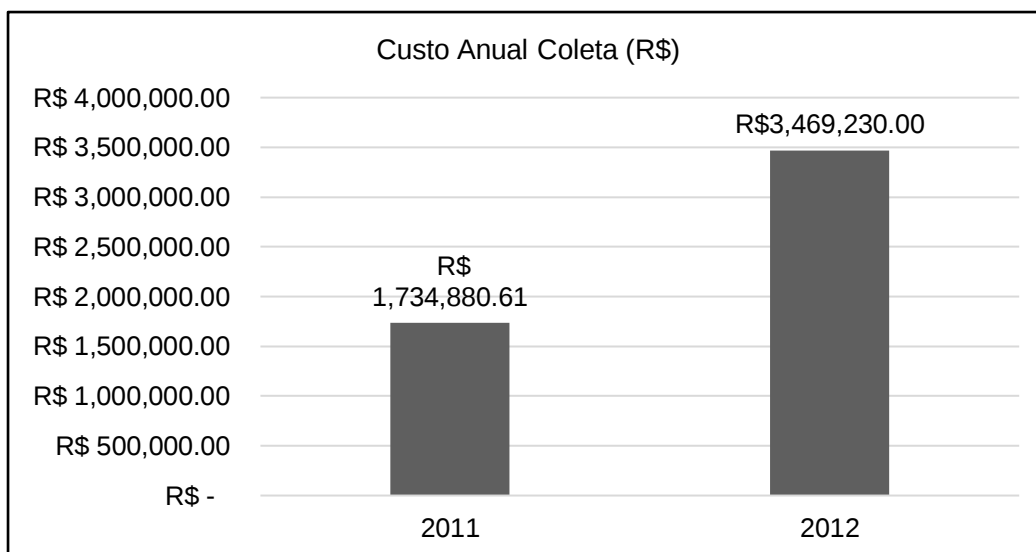


Figura 13 – Gráfico comparando o custo da coleta entre os anos 2011 e 2012

Fonte: Elaboração própria

Os dados de 2016, apontam que a quantidade de contêineres foi novamente ampliada neste ano, totalizando 850 e que o material dos contêineres, que antes eram constituídos de metal, foi substituído por contêineres plásticos. A ampliação do número de contêineres foi necessária para atender as demandas provenientes do crescimento populacional e da expansão dos aglomerados residenciais, nas áreas atendidas pelo sistema containerizado.

Quanto a mudança do material dos contêineres, os dados mostraram que foi motivada pela dificuldade de manuseio dos contêineres de metal (pelo peso elevado) e pela falta de comprometimento dos proprietários de bares e restaurantes, nas zonas comerciais, que descartavam grande quantidade de líquidos nos contêineres, provocando a corrosão e a troca dos contêineres, elevando o custo. Em 2017, os dados demonstraram que foi necessário a contratação de uma equipe de rescaldo, para a limpeza (interna e externa) dos contêineres e recolhimento de resíduos espalhados no seu entorno. A motivação para essas alterações também diz respeito ao descarte inadequado de líquidos e restos de alimentos além da ação dos catadores informais.

Diante deste cenário, fica evidente que todas as alterações sofridas pelo o sistema containerizado de coleta de RSD, foram pautadas na falta de comprometimento da população com segregação e descarte adequados, demonstrando a carência de programas de educação ambiental como a principal fragilidade deste sistema.

Uma observação importante acerca dos dados coletados, é quanto ao volume dos contêineres plásticos. Estes apresentam volume inferior aos metálicos e, para manter a quantidade de contêineres disponível, foi necessário aumentar a frequência de coleta nos setores contemplados pelo serviço, para que este não fosse comprometido. Segundo O PMGIRS de Florianópolis (2017), o tamanho dos contêineres pode variar em função da geração de resíduos, da tipologia das vias, e da tecnologia adotada, portanto é comum que varie ao longo do tempo, conforme as necessidades dos municípios. Quanto ao aumento da frequência de coleta domiciliar (o tempo decorrido entre duas coletas consecutivas num mesmo local ou numa mesma zona) de modo geral, acarreta um aumento no custo serviço prestado (CEMPRE, 2018).

Nesse sentido a Figura 14 mostra o aumento do custo para município de Pelotas o que corrobora com esta afirmação.

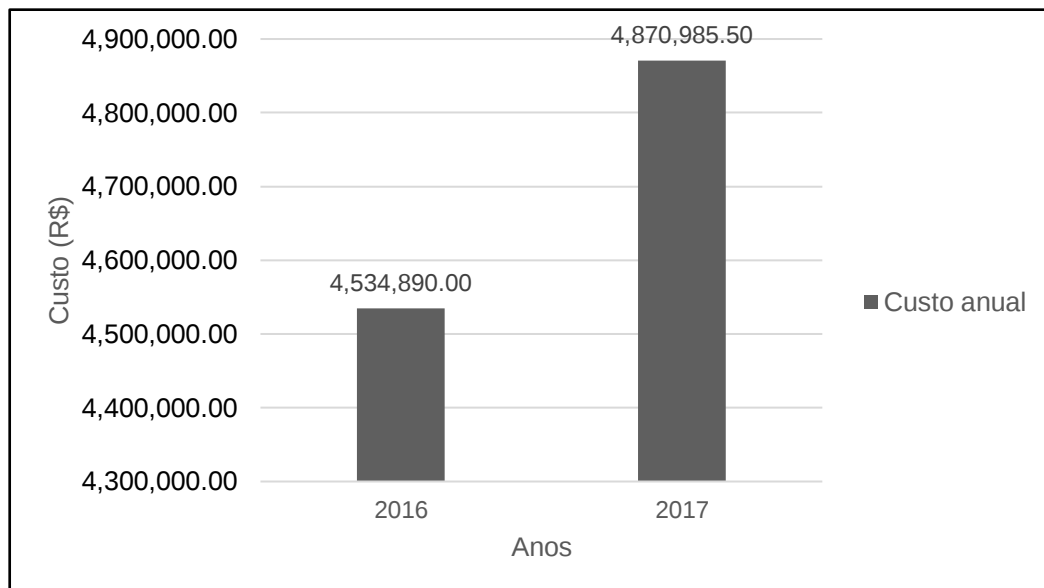


Figura 14 – Gráfico dos custos com a coleta containerizada de RSD nos anos de 2016 e 2017
Fonte: Elaboração própria

Na Figura 15 pode-se verificar um histórico, com as etapas mais significativas pelas quais o sistema de coleta containerizada de RSD passou desde sua implementação até o momento.

Ano	Etapas/alteração	Nº de contêineres	Material
2005	Implementação do sistema de coleta containerizada	450 (200 contêineres para recicláveis e 250 para orgânicos)	Metal
2009	Implementação da coleta containerizada absoluta	450 (200 contêineres para recicláveis e 250 para orgânicos)	Metal
2011	Retirada dos contêineres para recicláveis	450 (contêineres para orgânicos)	Metal
2012	Ampliação do número de contêineres	750 (contêineres para orgânicos)	Metal
2016	Ampliação do número e troca do material dos contêineres	850 (contêineres para orgânicos)	Plástico
2017	Contratação da equipe de rescaldo	850 (contêineres para orgânicos)	Plástico

Figura 15 - Quadro da evolução do sistema de coleta containerizada de RSD em Pelotas/RS

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se verificar, que o sistema containerizado de coleta de RSD de Pelotas passou diversas adequações, no entanto, os autores Margallo et al. (2019), demonstram que os sistemas de gerenciamento de RSD são complexos e precisam ser constantemente modificados, de acordo com as necessidades das populações e sempre considerando a realidade de cada região, planejando as consequências de cada mudança para o município. Essas consequências podem ser aumento dos custos, falta de engajamento da população a determinados projetos, falta de segregação adequada dos RSD, grandes quantidades de recicláveis encaminhadas aos aterros sanitários dentre outros. No entanto, os dados produzidos neste estudo demonstram que as mudanças realizadas desde a implementação do sistema containerizado em Pelotas não refletiram em um aumento na sua eficiência, revelando que apesar dos altos investimentos despendidos no gerenciamento deste sistema os

impactos positivos ficam restritos à sua função estética, não representando impactos positivos do ponto de vista ambiental, embora haja potencial para tal, sobretudo no que tange a coleta seletiva.

Cabe ressaltar que, além da falta de comprometimento com a segregação adequada dos resíduos nas residências, que leva a grandes quantidades de recicláveis misturados aos resíduos orgânicos, observa-se que, mesmo que houvesse o engajamento da população e os resíduos de natureza orgânica fossem segregados de forma correta, estes seriam encaminhados ao aterro sanitário, o que vai de encontro a exigência da PNRS, que prevê que sejam encaminhados à disposição final apenas os rejeitos, conforme já foi mencionado.

Considerando o estudo desenvolvido por Calabro e Komilis (2019) que demonstra que um sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos, visa otimizar o gerenciamento de cada fração dos resíduos (orgânicos, papel, vidro, metais, resíduos mistos), maximizando a recuperação (materiais e energia) e minimizando a disposição final em aterro e os impactos ambientais, pode-se ponderar, que o gerenciamento dos resíduos não ocorre de forma integrada em Pelotas, uma vez que não há o gerenciamento adequado das frações de resíduos, nem mesmo, ações efetivas para redução de material encaminhado ao aterro sanitário ou para aproveitamento de energia.

Ainda é importante destacar, que as diretrizes e estratégias previstas no PMGIRS de Pelotas para o sistema de coleta containerizada, como a otimização e ampliação do sistema, que previa a curto prazo a criação de um programa de conscientização para orientar os munícipes atendidos sobre a segregação dos resíduos (para que fossem destinados exclusivamente os resíduos orgânicos aos contêineres) e, a médio prazo, a ampliação aos demais bairros do município com alta densidade populacional, não foram atingidas até o momento.

Ademais, o gerenciamento de resíduos compreende várias etapas e requer revisões periódicas em cada uma delas, para que se mantenha sempre adequado à realidade dos municípios (ABRELPE, 2020; CEMPRE, 2018).

4.3 Situação atual do sistema de coleta containerizada absoluta de RSD em Pelotas/RS

Como pode-se observar através da análise da evolução do sistema de coleta containerizada no município de Pelotas, a implantação e manutenção deste tipo de sistema requer uma supervisão constante. Os hábitos da população, aliados ao seu crescimento progressivo, alteram continuamente a geração e a composição dos RSD, exigindo alterações e adaptações no decorrer do processo.

Mesmo quando há um planejamento rigoroso, não há como prever todos os problemas que podem se apresentar, justamente por se tratar de um processo que depende de variáveis dinâmicas, como as que foram citadas.

Nesse sentido, será apresentada a situação atual do sistema de coleta containerizada absoluta do município de Pelotas.

4.3.1 Setores atendidos pela coleta containerizada absoluta de RSD em Pelotas/RS

Foi identificado que o sistema de coleta containerizada em Pelotas, abrange 7 (sete) setores do município – Centro norte A, Centro norte B, Centro sul, Centro sul A, Centro sul B, apartamentos Guabiroba, apartamentos COHAB Lindóia e COHAB Pestano.

A Figura 16 mostra o mapa dos setores atendidos pelo sistema containerizado de coleta de RSD em Pelotas e a frequência com que os resíduos são coletados.

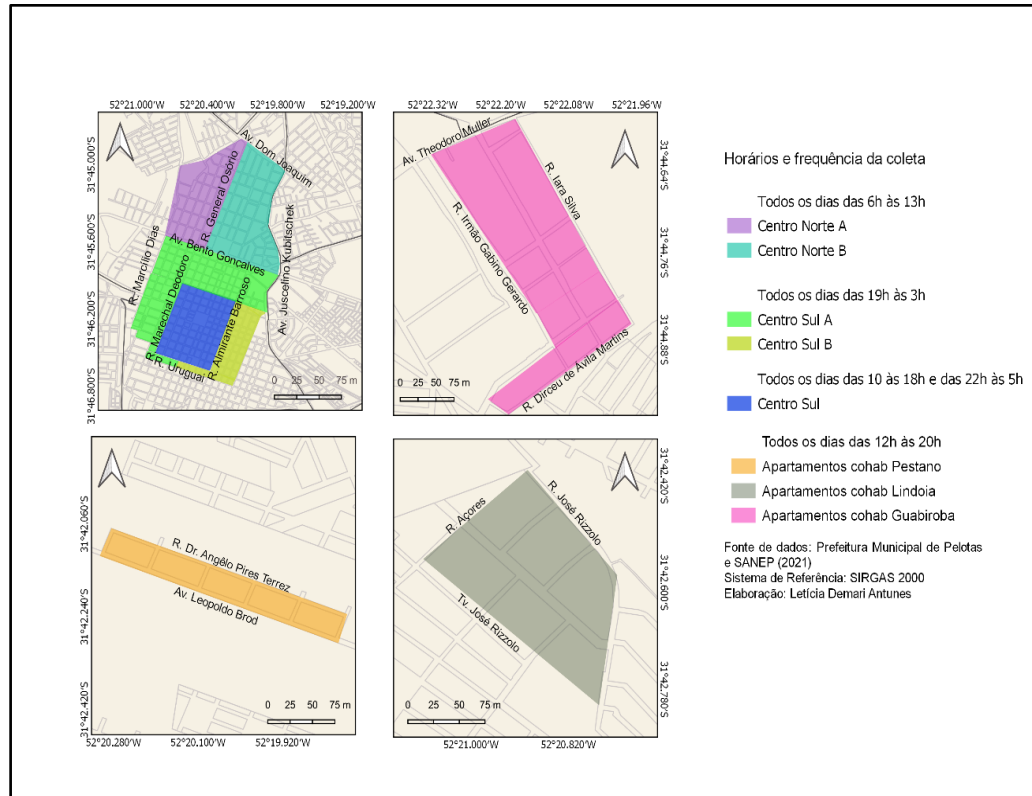


Figura 16 - Mapa dos setores atendidos pela coleta containerizada no município de Pelotas/RS com a frequência e os horários da coleta
Fonte: Elaboração própria

O município conta com 850 contêineres distribuídos entre os 7 setores. Essa distribuição foi feita com base na geração de resíduos, no número de habitantes atendidos e na análise de fatores relativos ao trânsito, como tráfego de veículos e pessoas que dificultam a coleta. Segundo CEMPRE (2018) esses são os parâmetros técnicos que devem ser observados antes da instalação dos contêineres nas vias públicas.

A Figura 17 revela a quantidade de contêineres distribuídos em cada setor.

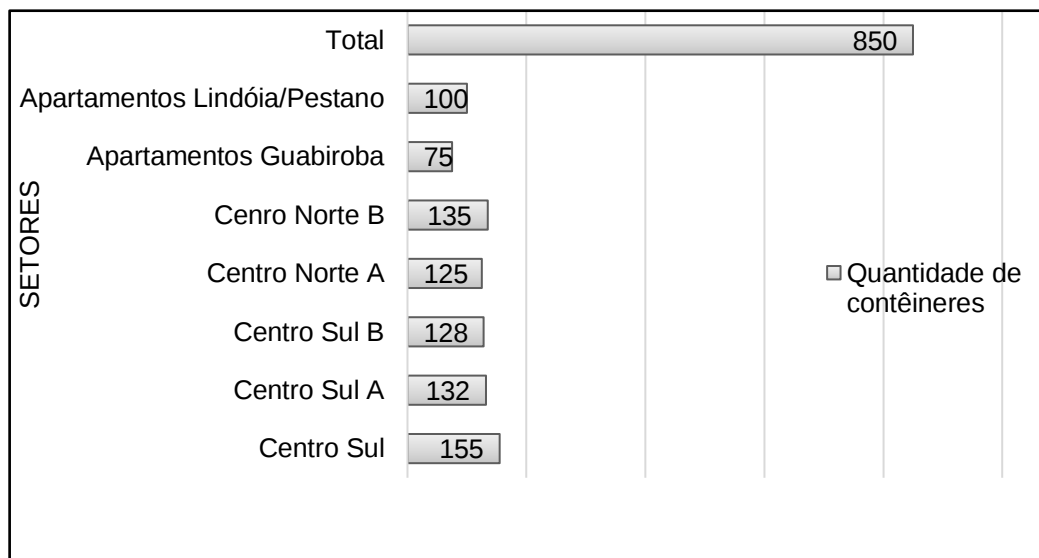


Figura 17 - Gráfico da quantidade de contêineres localizada em cada setor.
Fonte: Elaboração própria.

Os setores da zona central (Centro norte A, Centro norte B, Centro sul, Centro sul A, Centro sul B) compreendem uma zona de intensa atividade comercial, composta por lojas de atacado e varejo de uma variedade de mercadorias, bares, restaurantes, supermercados, fruteiras, academias, escritórios diversos, dentre outros.

A concentração desses estabelecimentos comerciais nessa região, gera uma grande quantidade de resíduos, tanto de natureza orgânica (principalmente bares, restaurantes e fruteiras) quanto de recicláveis, o que obrigou o SANEP a providenciar um carrinho especial de coleta de recicláveis que atende exclusivamente o setor Centro Sul, para evitar que esses resíduos que, ocupam grande volume e podem ser encaminhados às cooperativas de catadores para a reciclagem, sejam depositados de forma inadequada nos contêineres. Mas, apesar disso, os dados mostraram que uma grande quantidade de material reciclável é depositada nos contêineres e em seu entorno, nessa região.

Os setores que abrangem os bairros (Apartamentos Guabiroba, COHAB Lindóia e COHAB Pestano) se caracterizam pela grande concentração de pessoas em uma pequena área, resultando em grande geração de resíduos, que antes da implantação da coleta containerizada, resultava em amontoados de resíduos depositados nas vias públicas comprometendo a estética, a saúde pública e o meio ambiente.

Cabe ressaltar que a disposição inadequada de resíduos nos contêineres acontece em todos os setores e não há comprometimento da população com a segregação adequada. Esse comportamento acaba gerando outro inconveniente ao gerenciamento de resíduos, além do desperdício de material reciclável e dos custos desnecessários com a disposição final desses materiais. Trata-se da ação de catadores informais, junto aos contêineres. A presença de recicláveis nos contêineres acaba atraindo a presença de catadores informais, que acabam revirando os recipientes e deixando resíduos espalhados, comprometendo a estética e limpeza das vias públicas além de favorecer o acesso de animais e a exposição dos resíduos as intempéries.

Outra adversidade que o sistema de coleta containerizada enfrenta conforme já foi mencionado, é quanto aos bares e restaurantes. Esses estabelecimentos dispõem resíduos impróprios nos contêineres. Trata-se de restos de sucos, caldos, óleo de cozinha, refrigerantes, bebidas alcoólicas etc. Esses resíduos acabam derramados no interior do contêiner e caindo na via pública, provocando maus odores, atraindo vetores de doenças e prejudicando a estética desses locais.

Diante desses desafios, foi necessária a contratação de uma equipe exclusiva para a limpeza do entorno dos contêineres, a equipe de rescaldo, responsável por recolher os resíduos espalhados e por limpar os arredores dos contêineres. Pelotas é a única cidade que dispõe uma equipe exclusiva para este fim.

A frequência da coleta aliada ao comprometimento da população é um fator importante que deve ser considerado, para que a coleta containerizada seja eficiente (CALABRO; KOMILIS, 2018). Nesse sentido, a coleta containerizada em Pelotas ocorre todos os dias e no setor de maior concentração comercial (Centro Sul) ocorre duas vezes ao dia. Essa prática é indispensável para evitar grandes acúmulos de resíduos.

4.3.2 Estrutura do sistema de coleta containerizada absoluta de RSD em Pelotas/RS

A implantação de um sistema de coleta containerizada exige planejamento econômico e estrutura adequados à realidade de cada município. Trata-se de um

sistema complexo e que apresenta alto custo, contudo, quando bem gerenciado, apresenta diversos benefícios (CEMPRE, 2018).

Nesse sentido, a Figura 18 apresenta a estrutura física que o sistema de coleta containerizada absoluta de Pelotas, dispõe para a execução desse serviço.

Equipamento	Quantidade (unidade)	Especificação
Caminhão coletor/compactador com carregamento traseiro	04	Veículo coletor/compactador, carregamento traseiro, capacidade mínima 15 m ³ , dotado de <i>lifter</i> traseiro.
Contêiner	850	Capacidade de 1m ³ , fabricado com PEAD, resistente a raios de ação UV, 100% de material virgem e dispositivo de drenagem; segue a NBR 15911; tampa que abrange totalmente a boca do recipiente; 4 rodas (2 com trava) resistente a carga especificada e aos impactos decorrentes da operação; eixos nas laterais para basculamento, capacidade de carga útil de 400kg e cor grafite.
Veículo adaptado, tipo camionete, para lavagem de vias e calçadas	01	Veículo dotado de sistema de geração de energia, bomba de pressão d'água e reservatório.
Caminhão tipo plataforma hidráulica	01	Veículo dotado de caçamba e plataforma metálica e hidráulica para carregamento e transporte de contêineres.
Veículo tipo caminhonete (rescaldo)	02	Veículo para apoio diário na limpeza ao redor dos contêineres.

Figura 18 - Quadro da estrutura física do sistema de coleta containerizada absoluta de Pelotas

Fonte: Elaboração própria

Os veículos, tanto da coleta como da lavagem, estão dimensionados com a capacidade de carga do equipamento de coleta, com transmissão automática, e possuem compartimento coletor de chorume. Além disso os veículos de coleta são devidamente identificados com a inscrição: coleta orgânica containerizada. Para o serviço de coleta, são necessários, além do motorista, 2 (dois) garis para acoplar o contêiner ao caminhão (coleta semi-mecanizada).

Os dados demonstram que os contêineres para armazenamento temporário de RSD, seguem normas específicas e tem uma série de exigências técnicas para que possam ser utilizados para este fim.

A Figura 19 mostra a imagem dos contêineres utilizados atualmente no município de Pelotas.



Figura 19 – Foto dos contêineres de armazenamento de RSD em Pelotas/RS
Fonte: Diário Popular, 2019.

A execução do serviço de coleta containerizada absoluta, exige também alguns procedimentos específicos como:

- a) A limpeza dos contêineres: O sistema de lavagem dos contêineres contempla tanto a lavagem externa, com equipe e veículo específicos para transporte até o local de lavagem;
- b) Lavagem dos locais ao entorno do contêiner (calçada, pista viária etc.), realizada através de um veículo específico dotado de sistema de lavagem com bomba de alta pressão e produtos (alvejantes e desinfetantes) adequados. Este procedimento é realizado uma vez por

- mês, exceto no setor Centro Sul, onde é realizado quinzenalmente;
- c) O sistema de lavagem dos contêineres é independente do sistema de lavagem do seu entorno, segue um cronograma próprio de lavagem, em dias e horários previamente e definidos. Nesse sentido são necessários 10 contêineres extras, para retirada e reposição, durante o processo de lavagem, para manutenção dos 850 contêineres nas ruas, 24 horas por dia;
- d) Os contêineres são adesivados com a inscrição que identifica o tipo de resíduo que deve ser depositado, no caso, os resíduos orgânicos.

4.3.3 Dados quantitativos da coleta containerizada absoluta de RSD de Pelotas/RS no ano 2019

A Tabela 1 apresenta os dados quantitativos, referentes a coleta containerizada absoluta de RSD em 2019, revelando o custo para o município manter o serviço containerizado de coleta e a massa de RSD coletada mensalmente.

Tabela 1 - Dados da coleta containerizada de RSD em Pelotas/RS – 2019

	Quantidade de resíduos (Kg)	Média diária (Kg)	Quantidade de contêineres	Valor/contêiner (R\$)	Nº de cargas	Total (R\$)
Janeiro	1.700.280	65.395	850	475,12	269	403.852,00
Fevereiro	1.518.080	58.388	850	475,12	241	403.852,00
Março	1.560.270	60.010	850	475,12	256	403.852,00
Abril	1.590.450	61.171	850	475,12	253	403.852,00
Maio	1.628.210	62.623	850	475,12	261	403.852,00
Junho	1.537.290	59.127	850	475,12	245	403.852,00
Julho	1.549.540	59.598	850	475,12	284	383.742,07
Agosto	1.514.100	50.470	850	428,89	272	364.556,50
Setembro	1.490.050	49.668	850	428,89	266	364.556,50
Outubro	1.601.580	53.386	850	445,47	275	364.556,50
Novembro	1.550.910	51.697	850	445,47	269	364.556,50
Dezembro	1.625.980	54.199	850	445,47	294	364.556,50
TOTAL	18.866.740	1.572.228	850	-	3185	4.671.915,57

Fonte: Elaboração própria

Observa-se na Tabela 1 que o custo para execução do serviço de coleta containerizada foi de R\$ 4.671.915,57, o que representa um gasto expressivo aos cofres públicos e cuja eficiência não corresponde a este investimento. Considerando que os dados revelaram que o serviço de coleta containerizada em Pelotas atende

apenas a demandas estéticas, desempenhando o papel de contenção dos RSD e evitando que os resíduos fiquem expostos às intempéries, ou acessíveis a animais, verificou-se que os resíduos não são segregados pela população resultando em grandes quantidades de recicláveis misturados aos resíduos orgânicos no interior dos contêineres.

Nesse sentido, estudos demonstram que a implantação de um sistema de coleta containerizada de RSD é uma estratégia muito utilizada em países de primeiro mundo, como nos Estados Unidos e no Canadá com excelentes resultados para o gerenciamento de resíduos, mas isso porque ocorre aliada a projetos consistentes de educação ambiental (MARGALLO et al., 2019). Em Pelotas, não há investimentos nesse aspecto, o que torna o sistema containerizado ineficiente do ponto de vista ambiental.

Os dados demonstraram acerca da coleta convencional de RSD orgânicos, que este serviço atende o total de 50 setores, segundo a divisão do SANEP, e abrange todos os bairros do município, exceto as áreas atendidas pelo sistema de coleta containerizada absoluta de RSD. Essa modalidade recolheu, em 2019, aproximadamente 58 mil toneladas de RSD e o custo total com o serviço foi de R\$ 8.792.034,59.

Nesse contexto a Figura 20 apresenta uma comparação entre os sistemas convencional e containerizado de coleta de RSD orgânicos, quanto ao custo para o município, a quantidade de resíduos coletada em cada modalidade e o número de setores atendidos por cada um dos serviços.

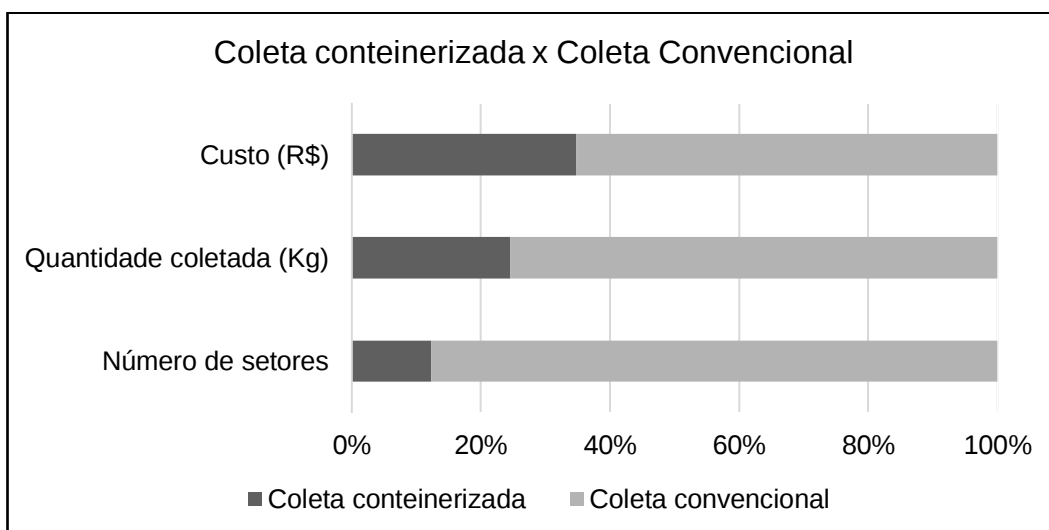


Figura 20: Gráfico comparativo entre os serviços de coleta containerizada e convencional
Fonte: Elaboração própria.

Da análise da Figura 20, resultam pontos fundamentais ao diagnóstico do serviço de coleta containerizada de RSD em Pelotas.

Os dados demonstram que a coleta convencional abrange sete vezes a quantidade de setores atendidos pela coleta containerizada, recolhe uma quantidade três vezes maior de resíduos da mesma natureza (orgânicos) e, no entanto, o custo com este serviço não chega a ser duas vezes maior, quando comparado ao serviço containerizado. Desse modo, considerando que a coleta containerizada não é eficiente quanto a segregação e o descarte adequados, e que não atende a PNRS, visto que encaminha à disposição final resíduos com potencial para a compostagem, verifica-se que a manutenção do sistema consiste em um desperdício de recursos, visto que os benefícios apresentados ficam apenas restritos ao campo estético se comparado a coleta convencional.

4.4 Desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS

A partir dos dados, foi possível apontar alguns desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada, exibidos na Figura 21.

Desafios	Potencialidades
✓ Falta de conscientização e participação da população quanto a segregação de resíduos; ✓ Resíduos orgânicos são tratados como rejeitos e encaminhados para a disposição final; ✓ Grande quantidade de materiais recicláveis depositados dentro dos contêineres; ✓ Ação de catadores informais que espalham os resíduos no entorno do contêiner; ✓ Falta de conscientização dos comerciantes que descartam quantidades enormes de recicláveis (papelão, isopor, papéis...) e acabam transbordando os contêineres, ✓ Proprietários de bares restaurantes e hotéis descartam grandes quantidades de alimentos “in natura”; ✓ Avarias recorrentes as quais os contêineres são submetidos: acidentes (batidas de carro), vandalismo (são queimados, quebrados, danificados propositadamente) resultando na necessidade de manutenção constante; ✓ Necessidade de uma equipe de rescaldo.	✓ Disponibilização dos resíduos a qualquer momento, evitando o contato direto do usuário com o resíduo já depositado no interior do contêiner; ✓ Melhora significativa quanto ao acúmulo de resíduos nas vias públicas (resíduos espalhados pelo vento, carreados pela chuva, entupimento de bueiros, maus odores, vetores de doenças, acesso de animais etc.); ✓ Coleta containerizada absoluta, padronização dos recipientes de armazenamento temporário nos setores atendidos pelo sistema;

Figura 21: Quadro dos desafios e potencialidades do sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas /RS

Fonte: Elaboração própria

4.5 Sugestões de melhorias técnicas para o sistema de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS

A partir deste estudo é possível apresentar aos gestores, as seguintes sugestões de melhorias técnicas quanto ao serviço de coleta containerizada de RSD de Pelotas/RS:

- a) A implantação de parques de compostagem, considerando as altas quantidades de resíduos de natureza orgânica gerados no município, para atender a PNRS, reduzindo a disposição final em aterro e, portanto, os custos com esta etapa do gerenciamento de resíduos. O PMGIRS-Pelotas (2014), em seu diagnóstico, já identificava a ausência de um programa de reaproveitamento dos resíduos orgânicos, por meio da compostagem, como um aspecto negativo do gerenciamento de resíduos, e previa ações como adquirir uma área adequada e implantar a central de compostagem, contudo os dados demonstram que não foram executadas até momento da realização deste estudo;
- b) Intensificar ações de Educação Ambiental junto à população, visando participação efetiva e comprometimento com descarte e segregação adequadas dos RSD. Conke (2018) demonstra em sua pesquisa que o conhecimento da população, quanto ao destino dos resíduos, influencia diretamente em seu engajamento na coleta seletiva, comprovando que a conscientização ambiental contribui significativamente para o sucesso de programas de reciclagem. Nesse sentido, sugere-se amplas campanhas informativas através de canais de comunicação influentes, como as redes sociais e ações locais promovidas pelo poder público, com equipe técnica capacitada para informar e demonstrar a importância do comprometimento da população com a segregação adequada e aliado a essas ações, cobrar taxas sobre as quantidades de resíduos geradas de forma proporcional, onde quem gera mais paga mais e quem gera menos, paga menos.
- c) Disponibilização de contêineres para o armazenamento temporário de RSD nas vias públicas, devidamente identificados, destinados à coleta seletiva de materiais recicláveis, aos resíduos orgânicos e para os rejeitos. Os resíduos recicláveis, destinados à coleta seletiva, são dispostos nas vias públicas atraindo catadores informais e desviando os resíduos das cooperativas, além

disso a ausência de um recipiente adequado para o armazenamento temporário destes resíduos permite que fiquem sujeitos as intempéries. Os resíduos orgânicos são descartados misturados aos rejeitos tanto nos setores atendidos pela coleta containerizada, quanto nos setores atendidos pela coleta convencional, comprometendo a qualidade desses resíduos que tem potencial para a compostagem. Nesse contexto, oferecer a população contêineres devidamente identificados para cada serviço de coleta, e passar a coletar os rejeitos separadamente, traria benefícios ambientais e econômicos ao município, pois reduziria a quantidade de resíduos que são encaminhados ao aterro sanitário;

- d) Ampliação da abrangência do sistema de coleta containerizada para outros setores do município, considerando que desde sua implantação, em 2005, não houve alteração nesse sentido, e a área urbana do município teve mudanças significativas (aumento do número de habitantes, construção de grandes condomínios, mudança de hábitos de consumo etc.). Recomenda-se que a ampliação do sistema containerizado seja realizada em conjunto com as ações recomendadas nos itens “b” e “c”, visto que os dados revelaram que a disponibilização dos contêineres para armazenamento temporário, da forma como está ocorrendo no município, não resulta em uma estratégia eficiente para o gerenciamento de RSD;
- e) Atualização e revisões periódicas do PMGIRS, necessárias ao sucesso do seu andamento. O PMGIRS de Pelotas, elaborado em 2014, previa um horizonte de trinta anos para a total adequação às demandas observadas em sua elaboração. Estavam previstas revisões periódicas de curto, médio e longo prazo, para verificar se as medidas apresentadas e adotadas eram satisfatórias. Nesse sentido, estabeleceram os horizontes ilustrados na Figura 22:



Figura 22: Esquema dos horizontes previstos para a execução do PMGIRS – Pelotas.
Fonte: Adaptado de PMGIRS-Pelotas, 2014.

Dentro do horizonte previsto de trinta anos (Figura 22), estavam previstas oito revisões para o PMGIRS, a serem realizadas conforme mostra a Figura 23:

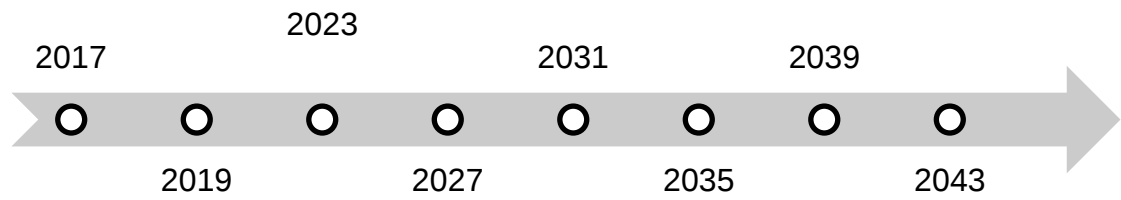


Figura 23: Cronograma previsto para as revisões do PMGIRS- Pelotas.
Fonte: Adaptado de PMGIRS-Pelotas, 2014.

No entanto, os dados revelaram que até 2021 o PMGIRS-Pelotas não foi revisado e que as informações, no que tange a coleta containerizada de RSD, não refletem a realidade atual do município o que demonstra a importância do diagnóstico elaborado neste estudo como instrumento de apoio para a revisão e atualização do Plano supracitado.

5 Considerações finais

A elaboração do diagnóstico acerca do sistema de coleta containerizada de RSD Pelotas, consiste em uma ferramenta importante de apoio ao gerenciamento dos RSD do município, visto que oferece subsídio às tomadas de decisão do Poder Público.

O gerenciamento dos RSD em Pelotas dispõe dos serviços de coleta (seletiva, containerizada e convencional) e destinação final (estação de transbordo e aterro sanitário).

Os RSD de natureza orgânica são encaminhados à disposição final misturados aos rejeitos, indo de encontro ao que prevê a PNRS.

Os RSD recicláveis, recolhidos pela coleta seletiva e os RSD orgânicos recolhidos pela coleta convencional são disponibilizados para a coleta nas vias públicas, pois não há recipientes adequados para o armazenamento temporário.

Dentre as potencialidades do sistema de coleta containerizada destacam-se a disponibilização dos resíduos a qualquer momento, evitando o contato direto do usuário com o resíduo já depositado no interior do contêiner e a melhora significativa quanto ao acúmulo de resíduos nas vias públicas (resíduos espalhados pelo vento, carreados pela chuva, entupimento de bueiros, maus odores, vetores de doenças, acesso de animais etc.).

Dentre as fragilidades, a principal é a falta de comprometimento da população quanto a segregação e descarte adequado dos resíduos orgânicos nos contêineres. Com isso, pode-se dizer que o sistema de coleta containerizada de Pelotas cumpre apenas a funções de estética das vias, evitando que os resíduos se acumulem de forma desordenada e que os benefícios ambientais e sanitários se reduzem ao acondicionamento dos resíduos evitando ação das intempéries, maus odores, acesso de animais e transmissão de doenças, quando apresenta potencial para otimizar a coleta seletiva e reduzir significativamente a quantidade de resíduos encaminhadas à disposição final.

A disponibilização de contêineres para a coleta seletiva para os resíduos orgânicos e para os rejeitos; a implantação de parques de compostagem, a ampliação da abrangência do sistema de coleta containerizada; a intensificação de ações de Educação Ambiental junto à população e a atualização do PMGIRS são sugestões

viáveis e imprescindíveis para melhorar a eficiência do sistema de coleta containerizada em Pelotas.

Referências

- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**, São Paulo, 68 p., 2019.
- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**, São Paulo, 52 p., 2020.
- ALELUIA, J.; FERRÃO, P. Characterization of urban waste management practices in developing Asian countries: A new analytical framework based on waste characteristics and urban dimension **Waste Management**, v.58, p.415-429, 2016.
- ALFAIA, R. G. D. S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. Municipal solid waste in Brazil: A review **Waste Management & Research**, v.35, n.12, p.1195-1209, 2017.
- BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF E. P., Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos: Perspectivas e Desafios, **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 711-744, out.2016/março 2017.
- BRASIL, MMA. **Cidades sustentáveis**. 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos.html>>. Acesso em: 23 de agosto de 2019..
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605 de 13 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 18 de julho de 2021.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 18 de julho de 2021.
- CALABRÒ, P. S.; KOMILIS, D. A., Standardized inspection methodology to evaluate municipal solid waste collection performance. **Journal of Environmental Management**, v.246, p.184-191, 2019.
- CARVALHO, M. D. S.; ROSA, L. P.; BUFONI, A. L.; OLIVEIRA, L. B. Putting solid household waste to sustainable use: a case study in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Waste Management & Research**, v.30, n.12, p.1312-1319, 2012.
- COLARES, G.S; CORRÊA, L.B.; HERNANDES, J.C; CORRÊA, E.K.; CERQUEIRA, V.S, Avaliação do programa de coleta seletiva de resíduos sólidos do município de Pelotas – RS. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v. 15, n.1, p.141-153, 2016.
- DAS, S.; LEE, S. H.; KUMAR, P.; KIM, K.-H.; LEE, S. S.; BHATTACHARYA, S. S. Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v.228, p.658-678, 2019.

DE MATOS, A.T., **Poluição Ambiental impactos no meio físico**, editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, (p.107-124), 2011.

DOS ANJOS, P. A.; DO AMARAL, K. J.; FISCHER, K. M. Consórcios Públicos de Resíduos Sólidos Urbanos na perspectiva regional do Paraná, **Redes (Santa Cruz do Sul. Online)**, Santa Cruz do Sul, v. 21, n. 2, p. 131-159, 2016.

GIBBS, Graham. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre, ArtMed, 2011.

GUIDONI, L. L. C.; BITTENCOURT; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, É. K; MARQUES, R. V.; Compostagem domiciliar: implantação e avaliação do processo. **Tecno-lógica**. Vol.17(1), pp.44-51, Santa Cruz do Sul, 2013.

GUIDONI, L. L. C.; MARQUES, R. V.; MONCKS, R. B.; BOTELHO, F. T.; DA PAZ, M. F.; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, É. K. Home composting using different ratios of bulking agent to food waste **Journal of Environmental Management**, v.207, p.141-150, 2018.

HECK, K.; DE MARCO, E. G.; HAHN, A. B. B.; KLUGE, M.; SPILKI, F.R; VAN DER SAND, S.T. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V.17, nº1, Campina Grande, 2013.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Dados do censo 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 de julho de 2021.

JESSON, J.K., POCOCK, R.L. STONE, I. Barriers to Recycling: A review of evidence since 2008, **M-E-L Research/WRAP**, Birmingham, 2014

KAWAI, K.; TASAKI, T. Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v.18, 2015.

KOLEKAR, K.; HAZRA, T.; CHAKRABARTY, S. N. Prediction of municipal solid waste generation for developing countries in temporal scale: A fuzzy inference system approach. **Global Nest Journal**, v.19, p.511-520, 2017.

KUMAR, G.S.; KAR, S.S.; JAIN, A. Health and environmental sanitation in India: issues for prioritizing control strategies Indian. **Occupational and Environmental Medicine**, v.15, p. 93-96, 2011.

LOURENÇO, J.C. **Gestão dos resíduos sólidos urbanos: Panorama, conceitos, aplicações e perspectivas**, 1ª edição, Campina Grande-PB: Edição do autor, 2019.

MAA, H.; CAO, Y.; LU, X.; DING, Z.; ZHOU, W. Review of Typical Municipal Solid Waste Disposal Status and Energy Technology. **Energy Procedia**, v. 88, p. 589-594, 2016.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**, São Paulo; Grupo GEN, 8ª edição, 2017.

MARGALLO, M.; ZIEGLER-RODRIGUEZ, K.; VÁZQUEZ-ROWE, I.; ALDACO, R.; IRABIEN, Á.; KAHHAT, R. Enhancing waste management strategies in Latin America under a holistic environmental assessment perspective: A review for policy support. **Science of The Total Environment**, v.689, p.1255-1275, 2019.

MARINO, A. L.; CHAVES, G. D. L. D.; SANTOS JUNIOR, J. L. D. Do Brazilian municipalities have the technical capacity to implement solid waste management at the local level? **Journal of Cleaner Production**, v.188, p.378-386, 2018.

NASCIMENTO, L. P. **Elaboração de projetos de pesquisa monografia, dissertação, tese e estudo de caso, com base em metodologia científica**. São Paulo. Cengage Learning, 2016.

ODONKOR, S. T.; FRIMPONG, K.; KURANTIN, N. An assessment of house-hold solid waste management in a large Ghanaian district, **Heliyon**, v.6, n.1, p.e03040, 2020.

PELOTAS. **Lei 5.502, de 11 de setembro de 2008**. Institui o Plano Diretor Municipal e estabelece as diretrizes e proposições de ordenamento e desenvolvimento territorial no Município de Pelotas, e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/rs/pelotas>>. Acesso em: 18 de julho de 2021.

PELOTAS. **Lei 4.354, de 1999**. Dispõe sobre o código municipal de limpeza urbana de pelotas e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/rs/pelotas>>. Acesso em: 18 de julho de 2021.

PEREIRA, H, da S.; RODRIGUES, J.M.; VALENTE, B. S.; CABRERA, B. R., XAVIER, E.G., Impactos Ambientais dos Resíduos Sólidos no Município de Pelotas/RS - Brasil. In: **10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**, 2016.

PÉREZ, J., LUMBRERAS, J., LA PAZ, D., RODRIGUES, E., Methodology to evaluate the environmental impact of urban solid waste containerization system: A case study. **Journal of cleaner production**, vol. 150, p. 197-213, 2017.

PGIRS-São Paulo/SP - **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Paulo**, 2014.

PMGIRS-Belo Horizonte/MG - **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte**, 2014.

PMGIRS-Farroupilha/RS - **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Farroupilha**, 2014.

PMGIRS-Florianópolis/SC - **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Florianópolis**, 2017.

PMGIRS-Pelotas/RS – **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Pelotas**, 2014.

POWELL, J. T.; CHERTOW, M. R. Quantity, Components, and Value of Waste Materials Landfilled in the United States **Journal of Industrial Ecology**, v.23, n.2, p.466-479, 2019.

SCHALCH, V., LEITE, W. C. A., FERNANDES JUNIOR, J. L., CASTRO, M. C. A. A.

Apostila Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2002.

SANEP - Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. Resíduos sólidos. **Departamento de resíduos sólidos**. Disponível em: <portal.sanep.com.br>. Acesso em: 15/03/2020.

SULEMANA, A.; DONKOR, E. A.; FORKUO, E. K.; ODURO-KWARTENG, S. Optimal Routing of Solid Waste Collection Trucks: A Review of Methods. **Journal of Engineering**, v. 2018, p. 1-12, 2018.

TADESSE, T.; RUIJS, A.; HAGOS, F. Household waste disposal in Mekelle city, Northern Ethiopia. **Waste Management**, v.28, n.10, p.2003-2012, 2008.

TISSERANT, A.; PAULIUK, S.; MERCIAI, S.; SCHMIDT, J.; FRY, J.; WOOD, R.; TUKKER, A. Solid Waste and the Circular Economy: A Global Analysis of Waste Treatment and Waste Footprints **Journal of Industrial Ecology**, v.21, n.3, p.628-640, 2017.

VALLERO, A. D.; MCLEOD, F.; CHERRET, T. Chapter – 4, Waste Collection, Waste (Second Edition), **A Handbook for management**, p. 67-89, 2019.

VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**, 4. ed., São Paulo (SP): CEMPRE, 2018.

WAGNER, T. P.; BROADDUS, N. The generation and cost of litter resulting from the curbside collection of recycling. **Waste Management**, v.50, p.3-9, 2016.

WOODARD, R.; HARDER, M. K.; BENCH, M. Participation in curbside recycling schemes and its variation with material types. **Waste Management**, v.26, n.8, p.914-919, 2006.

YADAV, V.; KARMAKAR, S. Sustainable collection and transportation of municipal solid waste in urban centers. **Sustainable Cities and Society**, v.53, p.101-937, 2020.

Anexos

Anexo A – Solicitação de autorização à realização da pesquisa junto ao DRS do SANEP



Pelotas, 30 de agosto de 2019.

Ilmo Sr.

Alexandre Garcia

Presidente do SANEP

Pelotas/RS

Prezado Diretor:

Vimos por meio deste, comunicar a intenção de pesquisa vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, junto aos contêineres dispostos nas vias públicas da Cidade de Pelotas, bem como sobre demais informações pertinentes a este tema no gerenciamento dos resíduos sólidos. Sendo assim, solicitamos a autorização para a realização do estudo junto ao departamento de resíduos sólidos do SANEP, afim de contribuir com a melhoria da qualidade ambiental de nossa cidade e para a produção de conhecimento na área dos resíduos sólidos municipais.

Agradecemos a atenção e ficamos no aguardo de uma resposta positiva.

Atenciosamente,

Profª Luciara Bilhalva Corrêa
PPGCamb/UFPEl
luciarabc@gmail.com
(53) 98114-2336

Letícia Demari Antunes
Mestranda do PPGCAmb
leticiaemariantunes@gmail.com
(53) 981310697/ (53) 984080707

Anexo B – Autorização do SANEP para realização da pesquisa



GABINETE DO DIRETOR PRESIDENTE
Em, 24 de setembro de 2019.

Of. Nº 530/2019

Prezada Senhora

Em atenção ao seu pedido protocolado no SANEP sob nº S19510/2019, informo que o Departamento de Resíduos Sólidos está à disposição para informações pertinentes a este departamento.

Salientamos, porém, a necessidade de agendamento das visitas e estipulação de prazos para apropriação das informações necessárias, a fim de não sobrecarregar as rotinas diárias do departamento.

Contatos: Sr. Edson Plá e Sra. Margarida Araújo.

Telefone: 3025.3810 e 3025.3890.

Limitados ao exposto, subscrevemo-nos.

Atenciosamente


Alexandre Garcia
Diretor-Presidente
do SANEP

Ilma. Sra.
Prof. Luciara Bilhalva Corrêa
Colegiado do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da UFPEL
Pelotas/RS



Rua Félix da Cunha, 653 – Fone (53) 3026-1144 – Caixa Postal 358 – CEP 96.010-000 – Pelotas/RS

Anexo C – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS CENTRO DE ENGENHARIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

PESQUISA: Estudo do sistema de coleta containerizada de resíduos sólidos domiciliares, no município de Pelotas/RS.

OBJETIVO DO ESTUDO: Apresentar um diagnóstico do sistema de coleta containerizada de RSD orgânicos, do Município de Pelotas-RS.

PROCEDIMENTOS: Para participar da pesquisa o(a) Sr.(a) responderá a um questionário, contendo perguntas sobre os contêineres para armazenamento temporário de resíduos, alocados na via pública, no município de Pelotas.

RISCOS: A participação no estudo não apresenta riscos previsíveis. Poderá haver um possível constrangimento ou desconforto ao responder as questões que poderão ser ou não respondidas na sua totalidade, podendo haver desistência da participação em qualquer momento, sem prejuízo ao respondente.

BENEFÍCIOS: O benefício de participar na pesquisa relaciona-se ao fato de que este estudo poderá contribuir para melhorias técnicas quanto ao gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos do município de Pelotas.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: a participação neste estudo será voluntária, podendo ser interrompida a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

DESPESAS: Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

CONFIDENCIALIDADE: Estou ciente que a identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação.

Portanto, estou de acordo em autorizar a participação no estudo.

Nome do participante: _____ DATA: ____/____/____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa.

Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com as pesquisadoras: LETÍCIA DEMARI ANTUNES e LUCIARA BILHALVA CORRÊA pelos telefones: (53)984080707/(53) 981142336 e e-mails: luciarabc@gmail.com e leticiademariantunes@gmail.com, ou entrar em contato com o CEP/FAMED: Av Duque de Caxias, 250- 96030-000 – Fragata – Pelotas/RS Prédio da Direção / Faculdade de Medicina. Horário: terças e quintas-feiras 14:00h – 17:00h. Atendimento ao público: quinta-feira 14:00h – 15:00h (suspensão durante a Pandemia de Covid-19). Telefone: (53) 3310-1800 E-mail: cep.famed@gmail.com.

ASSINATURA DO PESQUISADOR
RESPONSÁVEL

Anexo D - Parecer emitido pelo Comitê de ética em Pesquisa - CEP/FAMED

UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Contêineres para armazenamento temporário de resíduos, alocados na via pública, no município de Pelotas.

Pesquisador: LETICIA DEMARI ANTUNES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 36454320.8.0000.5317

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pelotas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.247.885

Apresentação do Projeto:

Os avanços nos meios de produção, o desenvolvimento tecnológico e econômico e o aumento do consumo, são alguns dos principais fatores que resultam no aumento da geração de resíduos sólidos urbanos – RSU. A complexidade e diversidade desses resíduos, agrava os problemas sanitários e provoca impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente (DAVIS; MASTEN, 2016; DOS ANJOS et al., 2016; LOURENÇO, 2019; MARGALLO et al. 2019).

Nesse contexto, a gestão e o gerenciamento de RSU representam um desafio para os municípios, desde a coleta até a sua disposição final, sendo exigidos sistemas cada vez mais eficientes, o que implica em altos custos para a prestação de serviços de limpeza urbana e para o manejo adequado dos resíduos, além da contratação de mão-de-obra qualificada (DOS ANJOS et al., 2016). Para os autores Calabro e Komilis (2019), a eficiência da gestão e do gerenciamento de resíduos está baseada em dois fatores principais: a) a qualidade de serviço prestado pelos municípios; b) e a atitude da

sociedade, em relação a participação efetiva, na disponibilização do resíduo devidamente segregado. A gestão de RSU se tornou, nos últimos anos, uma questão importante para os administradores públicos em todo o mundo. Uma das principais preocupações é a necessidade urgente de reduzir o descarte de RSU em aterros, desviando-os para a indústria de reciclagem e minimizando os custos de energia, a extração de matérias-primas e seu uso nos processos de fabricação (CARVALHO et al., 2012; MARGALLO et al, 2019).

Endereço: Av Duque de Caxias 250

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-000

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3301-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cep.famed@gmail.com

**UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS**



Continuação do Parecer: 4.247.885

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no seu último relatório “Panorama dos Resíduos Sólidos - 2018/2019” (2019), calcula a geração de cerca de 79 milhões de toneladas de RSU pelos brasileiros em 2018, registrando um índice de cobertura de coleta de 92% para o país, o que evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta junto aos geradores. Ainda revela que a disposição final em aterros sanitários recebeu 59,5% dos resíduos sólidos urbanos

coletados o que equivale a 43,3 milhões de toneladas, e a parcela remanescente, de 40,5%, teve destino impróprio, ou seja, 29,5 milhões de toneladas de RSU foram dispostos em lixões ou aterros controlados, que não possuem sistemas e medidas necessários para proteger a saúde pública e o meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2019). Esses números representam consequências negativas – sociais, econômicas e ambientais – que refletem as deficiências do gerenciamento de RSU no Brasil (DAVIS; MASTEN, 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, Lei 12.305 de 02/08/2010, proporcionou uma importante relação entre poder público, setor privado e a população, com vistas a solucionar questões pertinentes à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos no país (BRASIL, 2010). A PNRS agregou valores importantes às discussões sobre o tema, e trouxe consigo o revés da estruturação dos planos de gestão integrada de resíduos sólidos - PGRS, que devem atender às exigências da lei, como, evitar a geração (reduzir na fonte), reutilizar e reciclar materiais, tratar e dispor os resíduos de forma adequada. A gestão integrada de resíduos sólidos é, conforme a PNRS, “um conjunto de ações que visam soluções para os resíduos sólidos, nas dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social sob a premissa do desenvolvimento sustentável”, enquanto o gerenciamento de resíduos sólidos é definido como: Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010). Ainda, a PNRS fornece os aspectos regulatórios e a conceituação do gerenciamento de processos que envolvem questões de resíduos sólidos. Para alcançar os objetivos dessa política, as estratégias de ação local devem ser bem definidas e gerenciadas pelos municípios. As administrações municipais são responsáveis pela implementação adequada da PNRS (BRASIL, 2010; LOURENÇO, 2019; MARINO et al., 2018).

Esta pesquisa aborda os contêineres para armazenamento temporário de resíduos orgânicos,

Endereço: Av Duque de Caxias 250		
Bairro: Fragata		CEP: 96.030-000
UF: RS	Município: PELOTAS	
Telefone: (53)3301-1801	Fax: (53)3221-3554	E-mail: cep.famed@gmail.com

**UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS**



Continuação do Parecer: 4.247.885

oriundos das residências, alocados nas vias públicas no município de Pelotas, recolhidos através do sistema de coleta containerizada.

Além deste sistema, o município conta com a coleta convencional e seletiva, coleta de resíduos complementares de limpeza urbana (varrição, capina, poda, construção civil, e outros), e resíduos gerados na zona rural e de serviço de saúde (PELOTAS-PMGIRS, 2014).

A coleta containerizada atende exclusivamente aos resíduos orgânicos domiciliares, disponibilizados em contêineres para a coleta e “consiste na instalação de contêineres estacionários em pontos estratégicos do município, sendo de obrigação do munícipe a destinação do resíduo gerado em sua residência ao contêiner mais próximo” (PELOTAS - PMGIRS, 2014).

Os procedimentos metodológicos realizados buscam alcançar o objetivo deste estudo, desenvolvidos nas seguintes etapas:

- 1) Pesquisa bibliográfica para propiciar o exame do tema sob uma novo enfoque, a fim de chegar a conclusões inovadoras. Esta etapa foi realizada com base em artigos científicos, nos PGIRS de Pelotas e outros municípios, livros, legislação nacional, sobretudo a Lei 12.305 de agosto de 2010, que instituiu a PNRS e ainda em sites oficiais.
- 2) Levantamento de dados através de entrevistas com os técnicos responsáveis pelo gerenciamento de RSU do município;
- 3) Pesquisa documental;
- 4) Análise exploratória dos dados, a fim de verificar a eficiência dos contêineres para armazenamento temporário de RSU, no município de Pelotas.

Objetivo da Pesquisa:

Conforme pesquisador responsável:

Objetivo Primário:

Este estudo tem como principal objetivo avaliar os contêineres de armazenamento temporário de resíduos, alocados em via pública, no município de Pelotas-RS.

Objetivos Secundários:

- Realizar um levantamento de dados e informações junto ao SANEP sobre os contêineres de armazenamento temporário de resíduos e os desafios enfrentados pelo o órgão;
- Verificar se os contêineres de armazenamento temporário na via pública atendem ao PGIRS do município;
- Propor melhorias técnicas para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos no município.

Endereço: Av Duque de Caxias 250

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-000

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3301-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cep.famed@gmail.com

**UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS**



Continuação do Parecer: 4.247.885

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Conforme pesquisador responsável:

Riscos:

A participação no estudo não apresenta riscos previsíveis. Poderá haver um possível constrangimento ou desconforto ao responder as questões que poderão ser ou não respondidas na sua totalidade, podendo haver desistência da participação em qualquer momento, sem prejuízo ao respondente.

Benefícios:

Contribuição para melhoria técnica do gerenciamento integrado de RSU do município de Pelotas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de mestrado em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/UFPEL

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

OK

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

OK

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1604912.pdf	30/08/2020 20:11:57		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.docx	30/08/2020 20:09:50	LETICIA DEMARI ANTUNES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CEP.docx	30/08/2020 19:41:21	LETICIA DEMARI ANTUNES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_atualizado.docx	29/08/2020 16:38:28	LETICIA DEMARI ANTUNES	Aceito
Outros	roteiro preliminar.pdf	07/08/2020 14:11:03	LETICIA DEMARI ANTUNES	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	07/08/2020	LETICIA DEMARI	Aceito

Endereço: Av Duque de Caxias 250

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-000

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3301-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cep.famed@gmail.com

UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS



Continuação do Parecer: 4.247.885

Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	14:04:17	ANTUNES	Aceito
Outros	pedido.pdf	02/08/2020 22:08:35	LETICIA DEMARI ANTUNES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	sanep.pdf	02/08/2020 22:06:42	LETICIA DEMARI ANTUNES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PELOTAS, 31 de Agosto de 2020

Assinado por:
Patricia Abrantes Duval
(Coordenador(a))

Endereço: Av Duque de Caxias 250

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-000

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3301-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cep.famed@gmail.com