



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PÂMELA MARIA SILVA RODRIGUES

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: PANORAMA DOS SERVIÇOS DE
COLETA NOS BAIRROS DA REGIONAL IX DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.**

FORTALEZA

2023

PÂMELA MARIA SILVA RODRIGUES

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: PANORAMA DOS SERVIÇOS DE
COLETA NOS BAIRROS DA REGIONAL IX DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Civil do Centro de Tecnologia
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do grau de
Graduado em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Dra. Marisete Dantas de
Aquino.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R615g Rodrigues, Pâmela Maria Silva.

Gestão de resíduos sólidos urbanos : panorama dos serviços de coleta nos bairros da Regional IX do município de Fortaleza / Pâmela Maria Silva Rodrigues. – 2023.

95 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino.

1. Resíduos sólidos urbanos. 2. Coleta de resíduos. 3. Gestão municipal. I. Título.

CDD 620

PÂMELA MARIA SILVA RODRIGUES

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: PANORAMA DOS SERVIÇOS DE
COLETA NOS BAIRROS DA REGIONAL IX DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Civil do Centro de Tecnologia
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do grau de
Graduado em Engenharia Civil.

Aprovado em 14/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcus Vinícius Sousa Rodrigues
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me permitiu chegar até aqui, para finalizar mais uma etapa da minha vida. Em seguida, agradeço à minha família, por terem contribuído e ajudado na minha permanência na universidade, de todas as formas possíveis.

Agradeço também à minha orientadora, professora doutora Marisete Dantas de Aquino, pelo grande suporte neste trabalho, desde a escolha do tema aos detalhes finais, e na trajetória acadêmica como todo.

À professora Renata Mendes Luna, minha orientadora em 2022 no Programa de Iniciação à Docência, que abriu as portas do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental para mim e que me introduziu ao mundo da Segurança do Trabalho, a qual é a área que estou buscando para o futuro.

Ao pessoal da Superintendência de Infraestrutura e Gestão Ambiental da UFC, pela minha primeira oportunidade profissional como estagiária. A todos da Divisão de Obras, especialmente aos meus supervisores Eng. Enza Rafaela Arruda Parente e Eng. Renato Guerreiro.

Aos meus grandes amigos que formam o meu grupo de suporte na universidade: Anderson Jackson Sena, Cornélio Albuquerque, Felipe Cardoso, Felipe Rodrigues, Fernando Airton Fares, Mário Sérgio Oliveira César Filho, Klayver Paz, Luan Gerson de Andrade, Mábio Medeiros, Mateus de Oliveira Serafim, Ricardo Albuquerque, Rodolfo Nogueira, e Rogério Rios Silveira Filho. Aos que foram essenciais para minha adaptação nos primeiros semestres do curso: Laercio Mariano Fernandes e Eduardo Henrique Pereira da Silva; e aos que me ajudaram no fim: Luis Gustavo Dias Maia e Thiago Pereira Canoco e a todos que estiveram comigo nas diversas equipes de trabalho ao longo destas 3600 horas de curso.

Um agradecimento aos meus amigos de escola, que não desistiram de mim mesmo após a separação, ao fim do ensino médio, e que estão em contato até hoje: Gustavo Alex, Bruna Nogueira, Débora Aguiar, Geísa Elen, Lucas Santos, Natã Amorim, Paulo César e Ivina Raquel.

Por fim, agradeço a todos os profissionais que tiveram algum impacto na minha formação como pessoa e profissional: aos professores da UFC e do Colégio Pontes, aos profissionais da ACFOR, PMF e Ecofor Ambiental, aos motoristas das linhas urbanas 026, 629, 660, 650, 703 e 075.

Através do lixo, o particular se torna público. O que sobra da nossa vida privada se integra com a sobra dos outros. O lixo é comunitário. É a nossa parte mais social (Veríssimo, 2004, *apud* Mueller, 2017).

RESUMO

Nos últimos anos, com as mudanças realizadas na legislação nacional com relação ao saneamento básico e, mais recentemente, com a aprovação da Lei Municipal Ordinária nº 11.323, de 21 de dezembro de 2022, que instituiu a taxa do serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos, conhecida popularmente como “taxa de lixo”, a pauta da qualidade e eficiência dos serviços de coleta, transporte e disposição final destes materiais tornou-se centro de variadas discussões nos âmbitos políticos, sociais e acadêmicos. Em cidades de grande porte, como Fortaleza, cuja gestão administrativa apresenta subdivisões, a partir das Secretarias Executivas Regionais e Secretarias Temáticas, gerenciar, fiscalizar e regulamentar um sistema complexo de coleta de resíduos sólidos, para atingir os níveis de satisfação e prestabilidade esperados tanto pela população, quanto pelos Planos de Gestão Integrados demanda uma análise expressiva de múltiplos fatores objetivos e subjetivos. O trabalho a seguir busca realizar este papel, trazendo à luz um panorama geral da situação dos serviços de coleta fornecidos à população residente do território sob a administração da SER IX, a partir de dados coletados e disponibilizados pelos diferentes órgãos responsáveis e da opinião pública, seguindo uma metodologia similar ao processo de auditorias, observando assim a existência de evolução ou piora ao longo da gestão municipal atual. Investigando os diferentes aspectos envolvidos para a eficiência da coleta de RSU, como cobertura, regularidade e acessibilidade a equipamentos de recolhimento de recicláveis e materiais especiais, observa-se que houve evolução, mesmo em algumas comunidades mais afastadas, que foram incorporadas na nova divisão administrativa e com a atualização dos limites municipais. Apesar da melhora significativa, foi constatado que ainda há muito a ser feito, principalmente, no que se refere à acessibilidade e à conscientização da população sobre o descarte irregular de resíduos e a importância dos equipamentos de coleta especial e seletiva.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos. coleta de resíduos. gestão municipal.

ABSTRACT

In recent years, with the changes made in the national legislation regarding basic sanitation, and more recently, with the approval of Municipal Ordinary Law No. 11,323, on December 21, 2022, which established the fee for the public service of urban solid waste management, commonly known as the "garbage fee", the issue of quality and efficiency of waste collection, transportation, and final disposal has become the center of various discussions in political, social, and academic spheres. In large cities such as Fortaleza, whose administrative management is divided into Regional Executive Secretariats and Thematic Secretariats, managing, monitoring, and regulating a complex solid waste collection system to achieve the expected levels of satisfaction and serviceability, both for the population and integrated management plans, demands a significant analysis of multiple objective and subjective factors. The following work aims to fulfill this role, shedding light on an overview of the situation of the collection services provided to the resident population in the territory under the administration of SER IX, based on data collected and made available by different responsible entities and public opinion, following a methodology similar to audit processes, thus observing the existence of improvement or deterioration throughout the current municipal management. Investigating the different aspects involved in the efficiency of Solid Urban Waste (SUW) collection, such as coverage, regularity, and accessibility to recyclable and special material collection equipment, it is noted that there has been progress, even in some more remote communities that were incorporated into the new administrative division and with the updating of municipal boundaries. Despite the significant improvement, it has been found that there is still much to be done, especially concerning accessibility and raising public awareness about the irregular disposal of waste and the importance of special and selective collection equipment.

Keywords: solid waste. waste collection. municipal management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Classificação dos Resíduos.....	20
Figura 2 -	Composição gravimétrica média dos RSU no Brasil.....	23
Figura 3 -	Integração Nacional da Legislação sobre Saneamento Básico e Resíduos Sólidos Urbanos.....	25
Figura 4 -	Integração da PNRS e PMGIRS da cidade de Fortaleza.....	27
Figura 5 -	Fluxograma da gestão pública de resíduos sólidos de Fortaleza.....	29
Figura 6 -	Coleta regular de RSD realizada por caminhão compactador.....	30
Figura 7 -	Imagem de satélite do ASMOC I (à direita) e do novo ASMOC II (à esquerda).....	32
Figura 8 -	Áreas de atuação da logística reversa em etapas.....	33
Figura 9 -	Fluxograma de distribuição reverso de bens de pós-consumo descartáveis, com destaque para o papel da coleta regular de lixo.....	35
Figura 10 -	Nova divisão administrativa de Fortaleza.....	42
Figura 11 -	O extinto Aterro do Jangurussu.....	43
Figura 12 -	Divisão setorial de coleta domiciliar da Regional IX.....	46
Figura 13 -	Gráfico de comparação do número de problemas reportados na coleta dos circuitos avaliados entre 2020 e 2022.....	49
Figura 14 -	Análise da regularidade de coleta nos dias de serviço.....	52
Figura 15 -	Análise da regularidade de coleta nos turnos de serviço.....	52
Figura 16 -	Gráfico de dispersão dos horários de coleta.....	54
Figura 17 -	Análise do nível de satisfação geral com relação ao serviço de coleta domiciliar.....	63
Figura 18 -	Rota de Coleta Especial Urbana 7601.....	66
Figura 19 -	Rota de Coleta Especial Urbana 7602.....	70
Figura 20 -	Rota de Coleta Especial Urbana 7603.....	74
Figura 21 -	Análise do nível de satisfação geral com relação aos programas de coleta especial.....	78
Figura 22 -	Análise da utilização dos equipamentos e serviços públicos de coleta de resíduos especiais.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Categorias de resíduos sólidos, segundo a PNRS.....	21
Quadro 2 -	Propriedades físico-químicas para classificação dos resíduos.....	23
Quadro 3 -	Classificação dos produtos, dentro da logística reversa.....	34
Quadro 4 -	Estimativa diária de geração de resíduos por habitante em 2023.....	45
Quadro 5 -	Circuitos de coleta regular domiciliar na Regional IX.....	45
Quadro 6 -	Trechos de difícil acesso, servidos de veículos especiais de coleta.....	50
Quadro 7 -	Horário de coleta no ponto de interesse da Rota 201252.....	53
Quadro 8 -	Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida	54
Quadro 9 -	Distribuição dos Postos de Coleta Especial da Regional IX.....	63
Quadro 10 -	Pontos de coleta da rota 7601.....	66
Quadro 11 -	Pontos de coleta da rota 7602.....	70
Quadro 12 -	Pontos de coleta da rota 7603.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores de cobertura e operacionais da coleta de RSU em nível federal, estadual e municipal.....	28
Tabela 2 - Distribuição populacional da Regional IX por bairro e faixa etária.....	42
Tabela 3 - Quantitativo de resíduos coletados em 2022 e estimados para 2023, em toneladas.....	44
Tabela 4 - Quantitativo de problemas na coleta de RSD em 2022, por circuito...	47
Tabela 5 - Quantitativo de problemas na coleta de RSD em 2021, por circuito...	48
Tabela 6 - Quantitativo de problemas na coleta de RSD em 2020, por circuito...	48
Tabela 7 - Massa de resíduos coletados por ecoponto, em toneladas/ano.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACFOR	Agência de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental de Fortaleza
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ASMOC	Aterro Sanitário Metropolitano do Oeste de Caucaia
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CEU	Coleta Especial Urbana
CGE-CE	Controladoria e Ouvidoria Geral do Estado do Ceará
CRT	Centro de Recondicionamento Tecnológico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MRC	massa de resíduos coletados
PCR	Postos de coleta de recicláveis e resíduos especiais
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PMF	Prefeitura Municipal de Fortaleza
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PRGIRS	Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PRGRS	Planos Regionais de Gestão de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos de Construção Civil
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
RS	Resíduos Sólidos
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SCSP	Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SER	Secretaria Executiva Regional
SEUMA	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
SIMDA	Sistema de Monitoramento Diário de Agravos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TCU	Tribunal de Contas da União
ZGL	Zonas Geradoras de Lixo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Objetivos.....	16
1.1.1	Objetivos gerais.....	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
1.2	Estrutura da monografia.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1	Resíduos Sólidos: definição, classificação e caracterização.....	18
2.2	A legislação e as políticas de gestão dos RS:.....	24
2.3	A gestão de RSU em Fortaleza: coleta, transporte e disposição final.....	28
2.4	Conceitos de Logística Reversa aplicados à coleta de RSU.....	33
3	METODOLOGIA.....	36
3.1	Caracterização do serviço através de indicadores de desempenho.....	36
3.1.1	Cálculo da geração de RS por dia.....	37
3.1.2	Caracterização geral da coleta.....	37
3.1.3	Existência de pontos críticos de descarte.....	38
3.2	Caracterização do serviço pela avaliação do usuário:.....	38
3.2.1	Seleção dos serviços a serem avaliados.....	38
3.2.2	Construção da avaliação.....	38
3.2.2.1	Avaliação de desempenho aparente por opinião dos usuários.....	39
3.2.3	Determinação do Plano Amostral.....	40
3.2.4	Aplicação da pesquisa.....	41
3.3	Caracterização da área de estudo.....	41
4	RESULTADOS.....	44
4.1.	Análise geral da coleta regular de Resíduos Sólidos Urbanos.....	44
4.1.1	Análise quantitativa de resíduos coletados.....	44
4.1.2	Cobertura, desempenho e características da coleta.....	45
4.1.2.1	Quantificação e caracterização de roteiros de coleta.....	45
4.1.2.2	Quantificação e caracterização dos modais de coleta utilizados.....	50

4.1.2.3	<i>Regularidade e assiduidade da coleta:</i>	52
4.1.2.4	<i>Existência de pontos críticos de descarte irregular:</i>	54
4.1.3	Satisfação do usuário	62
4.2	Programas de Coleta Especial	63
4.2.1	<i>Postos de coleta de recicláveis e resíduos especiais (PCR)</i>	63
4.2.2	<i>Operação Tira-Treco e Coleta Especial Urbana</i>	65
4.2.3	<i>Satisfação do usuário</i>	78
5	CONCLUSÃO	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO DE AVALIAÇÃO DO USUÁRIO	88
	ANEXO A - MAPA DOS TRECHOS DE DIFÍCIL ACESSO NA ÁREA DA SER IX PARA CAMINHÕES COMPACTADORES	93
	ANEXO B - MAPA DOS PONTOS CRÍTICOS DE DESCARTE IRREGULAR NOS SETORES 7601 A 7603	94
	ANEXO C - MAPA DOS POSTOS DE COLETA ESPECIAL NOS TERRITÓRIOS 31 A 33	95
	ANEXO D - DIVULGAÇÃO DE ROTEIRO DA ÚLTIMA OPERAÇÃO TIRA-TRECO NA REGIONAL IX	96

1 INTRODUÇÃO

De forma similar a outras metrópoles do país, a cidade de Fortaleza precisa lidar com um dos grandes problemas do século XXI: a gestão de resíduos sólidos. “Devido a ausência de planejamento, logística, infraestrutura, insuficiência dos recursos financeiros e mesmo técnicos na coleta, no transporte, no tratamento e no descarte dos resíduos sólidos, os problemas têm aumentado.” (Correia; Aquino; Correia, 2019, p. 1)

A geração de resíduos sólidos tem suas raízes vinculadas a grandes forças motrizes (crescimento populacional, avanços tecnológicos e aumento da produção/consumo) de difícil controle e/ou abandono. O debate aqui iniciado precisa fazer parte das preocupações da sociedade como um todo. (Santos, 2016, p. 17)

O problema da falta ou ineficiência da gestão de resíduos sólidos ultrapassa a questão da coleta em si, estando presente nas etapas anteriores e posteriores, considerando a cadeia logística. Na visão de Szigethy e Antenor (2020), o aumento da geração de RSU e a forma em que são dispostos no ambiente, combinados ao alto custo de armazenamento resultaram em volumes consideráveis de acúmulo de resíduos, principalmente, em situação de descarte irregular. Além disso, segundo Castro (2006), não apresentar um processo de logística adequado ou haver falhas na regularidade dos serviços propicia um aumento da insatisfação dos usuários, pois a presença de resíduos contribui para a transmissão de doenças e para o desconforto ambiental.

O serviço de coleta de resíduos sólidos na capital cearense é responsabilidade da Prefeitura Municipal de Fortaleza - PMF, em conjunto com a empresa Marquise Ambiental, através da subsidiária Ecofor, a qual possui atribuições na coleta domiciliar, na limpeza de espaços públicos e na operação dos Ecopontos, além de estar envolvida na gestão e operação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia - ASMOC, o qual é a destinação final dos rejeitos produzidos na cidade. Para o estudo feito neste trabalho, a questão da coleta de resíduos foi abordada em vários aspectos, desde o fornecimento aos veículos utilizados.

Ao longo da cadeia de gerenciamento de resíduos sólidos, o serviço de coleta urbana é o ator mais próximo e visível do ponto gerador. Os veículos coletores em Fortaleza, geralmente um caminhão basculante munido de prensa hidráulica, trafegam pelas vias urbanas com certa regularidade de datas e horários, sendo abastecidos com toneladas de rejeitos a serem transportados para o ASMOC. A importância do emprego de modais adequados se dá pela proporção da geração de resíduos que ocorre no espaço urbano.

Em comparação à zona rural, o volume dos resíduos sólidos gerados nos centros urbanos é notadamente superior, em virtude das inúmeras atividades industriais, do consumo desenfreado, da quantidade populacional e de outros fatores econômicos e sociais típicos das grandes cidades. (Barbosa; Ibrahin, 2014, p.77)

Aguiar e Philippi Jr (2004, *apud* Castro, 2006) afirmam que, no processo de gestão da coleta de lixo, é preciso levantar algumas considerações essenciais, citando a frequência, o local de coleta, o horário e a forma como ela é realizada. Estes parâmetros são analisados “para que causem menos transtornos possíveis para a população e seja sanitária e economicamente adequados.” (Aguiar; Philippi Jr, 2004, *apud* Castro, 2006).

Sendo o destino final dos resíduos sólidos localizado em outro município, a necessidade de fornecer um serviço de coleta eficiente, para um território tão amplo quanto o da cidade de Fortaleza, é um grande desafio para os órgãos responsáveis. A Regional IX, o foco do estudo deste trabalho, compreende 7 bairros da zona Sul da cidade, estendendo-se do bairro Pedras ao Cajazeiras, e é uma das regiões mais distantes, geograficamente, do ASMOC.

Para avaliar a coleta desta região, a caracterização dos geradores será um ponto primordial para entender como e quais resíduos são coletados. Os bairros da Regional IX apresentam grande diversidade de zoneamento, de atividades econômicas e de equipamentos de coleta disponíveis, o que certamente influencia os resultados da pesquisa, principalmente na satisfação dos moradores atendidos.

Realizando uma análise sucinta dos principais aspectos considerados dentro da cadeia de coleta dos resíduos domiciliares, recicláveis e demais, observou-se que, nos últimos anos, os programas criados pela PMF, juntamente com a iniciativa privada, aplicados nos preceitos dos planos integrados de gestão, estão, de certa forma, cumprindo com seus objetivos, dentro do que é possível, para a região estudada, apesar de alguns entressaberes existentes, como a acessibilidade total,

ainda serem fator preponderante para as falhas encontradas. Inserido no contexto atual da cidade, a qual há bastante discussão com relação à cobrança de uma taxa específica para financiamento dos serviços de coleta, a questão da satisfação do usuário torna-se peça fundamental para o sucesso desta medida.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivos gerais*

Analisar os variados processos de serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos fornecidos aos bairros que formam o território abrangido pela Secretaria Executiva Regional IX, sob a luz de suas características e da percepção dos usuários.

1.1.2 *Objetivos específicos*

- Caracterizar os diferentes processos dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos fornecidos.
- Determinar a evolução dos níveis de cobertura, desempenho e eficiência dos serviços de coleta dos bairros ao longo dos últimos anos, de acordo com a disponibilidade de dados.
- Avaliar a satisfação e utilização do serviço, a partir da consulta aos usuários dos serviços.

1.2 Estrutura da monografia

Na introdução, foi apresentado um apanhado geral do tema do trabalho, resumindo de forma sucinta os assuntos abordados nos capítulos seguintes. Ademais, serão explicitados os objetivos gerais e específicos da monografia, além de conter informações sobre a estruturação da monografia.

Já a revisão bibliográfica conterá o escopo teórico da problemática abordada por esta monografia e estará segmentada em alguns tópicos internos. Neste capítulo, busca-se, primeiramente, definir de maneira clara o que é o Resíduo Sólido

e suas diversas categorias; também mostrar a complexidade da integração das políticas governamentais em relação à gestão de resíduos sólidos, o panorama geral da logística de coleta e exemplificar de quais formas o serviço de coleta de lixo impacta a comunidade afetada.

Na metodologia, será definido, de modo detalhado, como se dará a aquisição e o tratamento dos dados para a realização da investigação científica do serviço de coleta de lixo na região escolhida. Propõe-se descrever tanto a base teórica dos métodos utilizados e suas respectivas justificativas, quanto as etapas das pesquisas realizadas, além de trazer uma caracterização breve da Regional 9 em seus aspectos geográficos e demográficos.

No capítulo de resultados, serão descritos os resultados aguardados a partir da aplicação adequada da metodologia, apresentando possíveis ponderações a respeito do que foi estudado.

Por fim, o tópico de conclusão estará reservado para as considerações finais do trabalho, em que será analisado se os objetivos propostos inicialmente foram alcançados ou não, os possíveis fatores de sucesso ou falha da aplicação da metodologia e comentários acerca do processo de desenvolvimento da monografia. Ao fim deste trabalho, localiza-se a lista das referências bibliográficas citadas e anexos importantes ao entendimento deste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para entender a complexidade dos processos por trás da coleta de resíduos sólidos urbanos, é necessário ter conhecimento dos conceitos envolvendo os resíduos em si e a legislação que os regulamenta nas diferentes esferas de poder. Assim, neste capítulo, há uma breve compilação destes conceitos e a sua relação com a questão da coleta de RSU.

2.1 Resíduos Sólidos: definição, classificação e caracterização

Na sociedade do consumo, quando um produto atinge o fim da sua usabilidade ou da sua serventia, este deve ser substituído e descartado. Esta premissa é válida para qualquer coisa e ocasião. Assim dito por Castro (2006, p. 1), tudo que é feito pela humanidade, por menor que seja a atividade, enfim, resulta no que é conhecido popularmente como lixo. “A crescente geração de lixo decorre do aumento da população e do modelo atual de produção e de consumo.” (Castro, 2006, p. 1).

De acordo com Santaella et al. (2014, p. 21), por causa da evolução tecnológica, do aumento da conscientização ambiental e da necessidade econômica, o significado de resíduo sólido variou com o passar do tempo. Após a década de 60, segundo Pereira e Curi (2013, p. 151), o termo “resíduos sólidos” começou a substituir a palavra “lixo” entre os especialistas da área de saneamento, o qual dentro da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, descrita pela Lei Nº 12.305/2010, é definido 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).

Por motivos de necessidade de clareza jurídica, a mesma lei define o termo “rejeito”, erroneamente utilizado como sinônimo de “resíduo sólido”, da seguinte maneira.

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).

Sob a visão de Lemos (2012, *apud* Cavalcante, 2016, p. 19), pela exigência de alternativas de tratamento distintas, é de extrema importância a diferenciação conceitual de resíduos e rejeitos, a fim de confinar a necessidade imediata de disposição final somente a estes por fim citados. Mesmo com o estabelecimento destes conceitos, a ideia de “resíduos sólidos” é abrangente a uma enorme variedade de subprodutos, de diferentes origens, características e propriedades, e que, segundo Hempe e Cuellar Noguera (2012, p. 683), apresentam capacidades de biodegradação e toxicidade variáveis. “Conhecer as propriedades e características dos resíduos é de fundamental importância para o bom gerenciamento deles.” (Hempe; Cuellar Noguera, 2012, p. 686). Além disso, Pereira e Curi (2013, p. 153) afirmam que, pela própria composição desconforme dos resíduos, há uma grande dificuldade de manusear estes materiais, o que pode implicar em uma maior complexidade nos processos de coleta e disposição final.

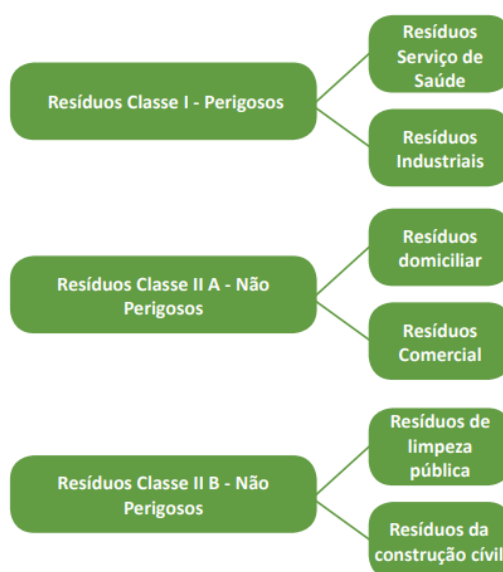
Os resíduos sólidos são formados por materiais heterogêneos e anisotrópicos. A heterogeneidade é devida ao fato dos resíduos serem provenientes de diferentes origens, onde, cada uma das quais lhes confere características específicas. A anisotropia é a característica da substância que apresenta propriedades físicas desiguais. Da associação dessas características, decorre a grande dificuldade encontrada em seu manuseio. (Pereira; Curi, 2013, p.153)

Para facilitar a categorização e caracterização destes materiais, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT estabeleceu critérios e códigos para identificar os resíduos produzidos em todo o território nacional, os quais foram publicados na NBR 10.004:2004. Segundo a ABNT (2004, p. 5), este processo de classificação abarca a forma de produção originária da constituição material resíduária e suas propriedades, havendo uma equiparação entre com listagens de outros compostos cujos impactos, tanto à saúde, quanto ao meio ambiente, são conhecidos. A questão dos riscos que o material representa a estes dois campos é apresentada como o nível de periculosidade do resíduo, o qual é “função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas” (ABNT, 2004, p. 8). Além da capacidade de impacto ambiental e social, Barbosa e Ibrahin (2014, p. 20) afirmam

que a classificação adequada dos resíduos é realizada com o propósito de melhorar o processamento na destinação final.

Ao fim do processo de identificação, de acordo com a ABNT (2004, p. 9), os resíduos sólidos são categorizados como Perigosos (Classe I) ou Não Perigosos (Classe II), e entre os materiais de classe II ainda há duas subclasses: não inertes (II A) e inertes (II B). A classe I engloba os descartes que apresentam potenciais inflamável, corrosivo, reativo, tóxico ou patogênico, ou seja, pela PNRS, são os resíduos perigosos, os quais necessitam de manejo e destinação final específicos. Já a classe II divide-se em resíduos inertes ou não-inertes, a contar da existência ou ausência das propriedades de “biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água”. (ABNT, 2004, p. 9). A figura 1 traz um esquema desta classificação e suas subcategorias mais representativas.

Figura 1 - Classificação dos Resíduos.



Fonte: Ceará (2018, p. 18).

A PNRS, em seu artigo nº. 13, estabelece uma alternativa forma de classificação dos resíduos, fundamentada pela natureza do centro gerador e distribuída em diversas categorias, como: domiciliares, de limpeza urbana, sólidos urbanos, comerciais ou prestadores de serviços, de serviço público de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, de construção civil, agropastoris, de serviços de transporte ou de mineração. Apesar desta outra maneira de catalogação dos resíduos, aqueles cujas propriedades são potencialmente perigosas ao meio

ambiente, mas são passíveis de serem submetidos a programas de logística reversa, recebem uma classificação especial, independentemente de onde estes foram descartados. Telles (2022, p. 29) cita as embalagens e restos de agrotóxicos, baterias e similares, pneus, resíduos de óleos lubrificantes, lâmpadas e componentes eletrônicos como alguns exemplos de resíduos que compõem esta categoria. No quadro 1 a seguir, pode ser observado como a Política Nacional de Resíduos Sólidos classifica os resíduos.

Quadro 1 - Categorias de resíduos sólidos, segundo a PNRS.

Tipologia de resíduo	Origem
Resíduos domiciliares	Atividades domésticas em residências urbanas.
Resíduos de limpeza urbana	Varrição, limpeza de logradouros e vias públicas.
Resíduos sólidos urbanos	Atividades urbanas, sendo residenciais, comerciais ou de limpeza urbana.
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço	Atividades comerciais e serviços fora do escopo das outras categorias.
Resíduos do serviço público de saneamento básico	Processos de saneamento básico que não foram incluídos na categoria de Resíduo de limpeza urbana.
Resíduos industriais	Processos produtivos e instalações industriais.
Resíduos de serviços de saúde	Serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS.
Resíduos da construção civil	Construções, reformas, reparos e demolição de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
Resíduos agrossilvopastoris	Atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.
Resíduos de serviços de transporte	Portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira
Resíduos de mineração	Atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Fonte: Elaboração própria, segundo Brasil (2010).

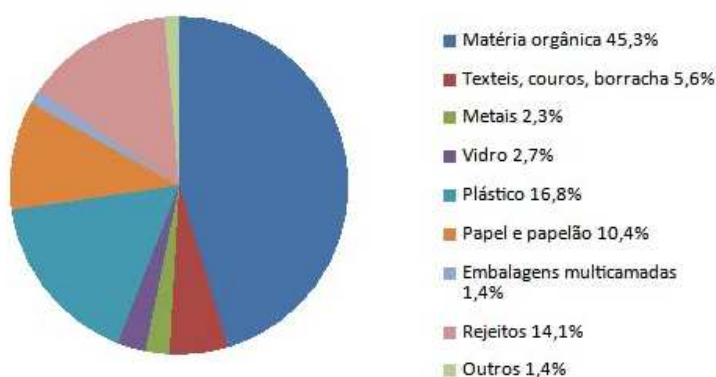
Ao observar o quadro acima, nota-se uma categoria importante, pois sua definição engloba grande parte dos resíduos gerados: os Resíduos Sólidos Urbanos - RSU. Na PNRS, fazem parte deste grupo todos os resíduos gerados em residências, comércios, serviços e quaisquer outros provenientes da limpeza urbana, salvo algumas exceções. Alguns autores, entretanto, expandem ainda mais esta classificação. Castilhos Jr et. al (2003, *apud* Silva; Pereira, 2020, p. 233) soma a estas categorias os RCC e diversas outras atividades desenvolvidas dentro dos municípios, como indústrias e zonas agrícolas.

D'Almeida et al. (2000), define como sendo o conjunto de detritos gerados em decorrência das atividades humanas nos aglomerados urbanos. Dentre os resíduos urbanos, destacam-se os seguintes: os de origem domiciliar; os de origem comercial; os decorrentes das atividades industriais e de prestações de serviços; os de serviços de limpeza pública urbana; os provenientes dos serviços de saúde; os restos da construção civil, e os gerados nos terminais de embarque e desembarque. (Costa *et al.*, 2012, p. 75).

De fato, o maior problema na gestão de resíduos sólidos no país acomete-se pela geração de RSU. De acordo com Hempe e Cuellar Noguera (2012, p. 685), essa maior preocupação se dá pela correlação entre a falta de disposição final adequada para esses materiais e o aumento da poluição e outros impactos socioambientais, exemplificados por Besen et al. (2010, *apud* Galdino; Martins; Silva, 2016, p. 52) como aumento e intensificação de enchentes, proliferação de doenças e condições insalubres de trabalho para os profissionais do setor.

Como princípio da gestão dos RSU, além da classificação, tem-se também a caracterização dos resíduos, principalmente pela necessidade de identificar e agrupar estes substratos em nível de periculosidade. Assim, surge a indispensabilidade da existência de pesquisa sobre os aspectos qualitativos dos resíduos. Um dos primeiros pontos a serem levantados nesta perspectiva é a análise da composição gravimétrica, sobretudo quando se leva em consideração a diversidade de compostos encontrados no RSU. Para Pereira e Curi (2013, p. 154), uma boa gestão de resíduos sólidos inicia-se pela correta categorização dos resíduos por parte dos centros geradores, ou seja, a população e, assim, melhorar a eficiência de programas de reciclagem e de conscientização sobre o consumo geral. A figura 2 traz a composição gravimétrica média nacional em 2021, mostrando a diversidade dos materiais descartados encontrados nos RSU.

Figura 2 - Composição gravimétrica média dos RSU no Brasil.



Fonte: Hendges (2021).

Este tipo de estudo, segundo Silva (2013, p. 24), quantifica percentualmente cada componente do resíduo, relacionando-o ao peso total descartado. Realizar esta análise, conforme Santos e Mota (2010, p. 40), permite que haja um melhor beneficiamento e geração de valor comercial das parcelas recicláveis ou compostáveis possivelmente encontradas. Outras características físicas a serem observadas na identificação e categorização dos resíduos são mostradas no quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Propriedades físico-químicas para classificação dos resíduos.

Propriedade	Definição
Peso específico	Peso dos resíduos em função do volume por eles ocupado, expresso em kg/m³. Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações.
Teor de umidade	Esta característica tem influência decisiva, principalmente nos processos de tratamento e destinação do lixo. Varia muito em função das estações do ano e da incidência de chuvas.
Compressividade	Também conhecida como grau de compactação, indica a redução de volume que uma massa de lixo pode sofrer, quando submetida a uma pressão determinada. A compressividade do lixo situa-se entre 1:3 e 1:4 para uma pressão equivalente a 4 kg/cm². Tais valores são utilizados para dimensionamento de equipamentos compactadores.
Produção de chorume	substância líquida decorrente da decomposição de material orgânico.

Fonte: Elaboração própria, a partir de Silva (2013, p. 24).

A produção de chorume está fortemente associada aos RSU, sobretudo, à parcela de origem residencial, pois é, segundo Telles (2022, p. 18), a origem de grande parte do chamado Resíduo Orgânico ou Úmido, cuja decomposição é a fonte deste lixiviado, o qual, quando em contato com o ambiente, pode trazer diversas consequências, positivas ou negativas.

Quando acumulado ou disposto inadequadamente, o lixo orgânico pode tornar-se altamente poluente do solo, das águas e do ar. A disposição inadequada desses resíduos cria um ambiente propício ao desenvolvimento de organismos patogênicos. O lixo orgânico pode, entretanto, ser objeto de compostagem para a fabricação de adubos ou utilizado para a produção de combustíveis como biogás (Telles, 2022, p. 27).

Pela grande heterogeneidade de materiais a serem coletados e dispostos, na visão de Lacerda (2003, *apud* Castro, 2006, p. 13), conhecer suas características, além das sua proporção, pode ser de extrema importância para o emprego de sistemas de coleta, transporte, tratamento e destinação, ou seja, na gestão dos RSU.

2.2 A legislação e as políticas de gestão dos RS:

No cenário atual, em que as políticas de gestão socioambiental tomam destaque na sociedade e as lideranças governamentais buscam ou elaboram mecanismos legais para obter soluções responsáveis e eficientes para o atingimento dos objetivos de sustentabilidade global, a questão dos resíduos sólidos torna-se uma pauta de extrema importância nas discussões de diversos setores privados e, sobretudo, públicos.

A prestação de serviços públicos de coleta, tratamento e destino final dos resíduos sólidos tem sido um dos maiores desafios para os tomadores de decisão visto que o gerenciamento dos processos e a insatisfação da sociedade, assim como opiniões divergentes no processo de decisão. (Correia, V. M. S.; Aquino; Correia, M. L. V., 2019, p. 1).

No Brasil, a responsabilidade sobre a gestão de resíduos sólidos é partilhada e segmentada, pois a Constituição Federal de 1988 determina que “é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: [...] promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico.” (Brasil, 1988).

Com a atualização do Marco Legal do Saneamento Básico, através da Lei Nº 14.026/2020, atribuiu-se à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA o dever de disciplinar “os requisitos e os procedimentos a serem observados pelas entidades encarregadas da regulação e da fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico, para a comprovação da adoção das normas regulatórias de referência”. (Brasil, 2020) e, inserido nas diversas partes envolvidas no conceito legal de saneamento básico, encontra-se, no Art. 3º desta mesma lei.

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; (Brasil, 2020).

O principal aporte legal para a fiscalização dos gestores públicos em relação ao manejo de RS, entretanto, já existia há uma década, antes do Novo Marco do Saneamento: a Lei nº 12.305 de 2010, que instituiu a PNRS, a qual, segundo ela própria, define diferentes pontos com o objetivo de obter uma melhor gestão e gerenciamento dos RS.

De acordo com Oliveira (2018, p. 29), a PNRS avançou através da sua abordagem generalista em relação aos resíduos sólidos, promovendo a integração entre os responsáveis das instituições públicas e privadas envolvidas, juntamente da sociedade civil. A seguir, a figura 3 ilustra como esta integração entre as leis nacionais funciona em relação às políticas de saneamento básico e gestão de RSU.

Figura 3 - Integração Nacional da Legislação sobre Saneamento Básico e Resíduos Sólidos Urbanos.



Fonte: Fortaleza (2012).

Entretanto, a maior responsabilidade sobre a gestão integrada e gerenciamento destes materiais, de acordo com a PNRS, ainda cai sobre os municípios, segundo o Art. nº 10 de suas disposições preliminares. Aos estados, caem outras responsabilidades.

Art. 11. Observadas as diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento, incumbe aos Estados: I - promover a integração da organização, do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum relacionadas à gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, nos termos da lei complementar estadual prevista no § 3º do art. 25 da Constituição Federal; II - controlar e fiscalizar as atividades dos geradores sujeitas a licenciamento ambiental pelo órgão estadual do Sisnama.(Brasil, 2010).

A partir da implantação da PNRS, criou-se a necessidade de elaborar e adequar as leis que regulamentam a gestão de RS no Ceará, o que resultou na Lei Estadual 16.032/2016, a Política Estadual de Resíduos Sólidos - PERS, que por sua vez influenciou no Plano Estadual de Resíduos Sólidos. Sob a visão de Oliveira (2018, p. 36), a introdução dessa lei é primordial para que, em especial, o setor privado cumpra suas responsabilidades perante a coletividade, a fim de alcançar as metas previstas. Já o PERS tem como principal característica a política de regionalização da gestão integrada de RS, em razão das características demográficas, socioeconômicas e de infraestrutura. A responsável por todos os processos que envolvem a aplicação deste plano, e dos subsequentes Planos Regionais de Gestão de Resíduos Sólidos - PRGRS, desta forma citada por Silva (2021, p. 71), é a Secretaria Estadual de Meio Ambiente - SEMA.

O PERS tem como principais objetivos, de acordo com Ceará (2018), a recuperação de áreas as quais funcionam como disposição sem tratamento, ou seja, lixões; a implantação de programas de coleta seletiva, de logística reversa e de compostagem e a inclusão dos catadores de materiais recicláveis dentro do sistema de gestão, com atribuição de responsabilidades e capacitação adequada.

A forma mais eficiente de atingir esses pontos, para Ceará (2018, p. 53), é a partir da regionalização da gestão, com a definição de cidades-polo para receber os resíduos sólidos dos outros municípios, e, desta maneira, é possível alvejar maior aproveitamento da infraestrutura e dos recursos financeiros disponibilizados, quando comparada a uma gestão mais individualizada a cada município. Com a formação destas regiões, o próximo passo é, sob a vista de Silva (2021, p. 73), a principal

estratégia da política de gestão integrada da Sema é a criação de consórcios públicos de resíduos. “Cada consórcio agrega um conjunto de municípios no sentido de prover as condições necessárias à gestão integrada de resíduos.” (Silva, 2021, p. 78).

Além de estar amparada pelo PERS e pelo Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PRGIRS da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF Subdivisão A, a qual também inclui os municípios de Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Aquiraz e Eusébio; Fortaleza possui seu próprio plano de gestão para este setor, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS, lançado originalmente já em 2012. O plano apresenta diversos objetivos em relação ao gerenciamento dos RSU gerados na capital cearense, cobrindo as questões de coleta, transporte e disposição; sustentabilidade e incentivo a novos padrões de consumo e reaproveitamento. Na figura 4 a seguir, tem-se a relação entre a PNRS e o PMGIRS, mostrando a relação do poder público e do setor privado em relação à gestão dos RSU gerados após o ciclo de vida dos bens de consumo.

Figura 4 - Integração da PNRS e PMGIRS da cidade de Fortaleza.



Fonte: Fortaleza (2012).

2.3 A gestão de RSU em Fortaleza: coleta, transporte e disposição final.

Sendo uma das maiores metrópoles do Brasil, a gestão de resíduos sólidos urbanos é um dos pilares da administração do setor ambiental do município. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), é o quarto mais populoso centro urbano do país, com quase 2,5 milhões de habitantes, distribuídos em uma área de 312,353 km², o que equivale a uma densidade demográfica de 7.775,43 habitantes por quilômetro quadrado. Segundo Fortaleza (2019, *apud* Garcia *et al.*, 2021, p. 610), a economia municipal é centrada no setor terciário, atividades turísticas e industriais.

A partir dos dados mais recentes do painel de Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2021), 65,6 milhões de toneladas de RSU foram coletadas em todo o país, deixando a taxa de geração em 0,99 kg/hab.dia. Deve-se levar em conta que a cobertura de coleta domiciliar de Resíduos Sólidos neste período é de 89,9% da população total do país e 98,3% da população urbana (SNIS, 2021), ou seja, representa uma maioria representativa do país, o que dá um alto nível de confiabilidade na representação. Em aspectos operacionais e de cobertura, os níveis estadual e municipal seguem a mesma tendência, como mostrado na Tabela 1.

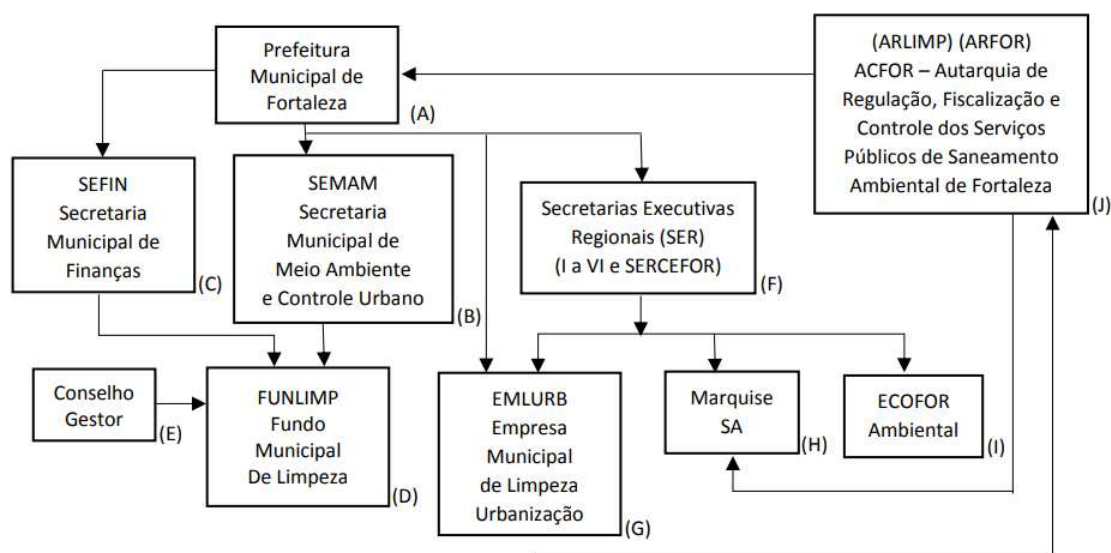
Tabela 1 - Indicadores de cobertura e operacionais da coleta de RSU em nível federal, estadual e municipal.

Cobertura	Brasil	Ceará	Fortaleza
Cobertura total	89,93%	84,38%	99%
Cobertura urbana	98,35%	97,36%	99%
Operação	Brasil	Ceará	Fortaleza
Massa coletada total (kg/hab.dia)	0,95	1,46	1,93
Massa coletada urbana (kg/hab.dia)	0,99	1,61	1,91
Massa coletada reciclável (kg/hab.ano)	14,77	5,44	2,39
Massa recuperada (kg/hab.ano)	8,26	6,13	2,09
Taxa de recuperação	2,35%	0,95%	0,3%

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do SNIS (2021).

A gestão municipal de RSU da capital cearense, como é explicitado no PRGIRS da RMF-A, é feita a partir de um sistema de prestação mista, cuja responsabilidade é dividida entre a Prefeitura, através de suas secretarias como a Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos - SCSP e a Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente - SEUMA, e uma empresa terceirizada contratada em regime de concessão, sendo essa, atualmente, a Ecofor Ambiental S/A, uma subsidiária do Grupo Marquise, cujo contrato firmado em 2003, segundo Cruz Júnior (2021, p.131), detém exclusividade sobre os serviços de coleta, transporte e destinação final dos RSU por um período de 20 anos. “O PMGIRS de Fortaleza (2012) estabelecia que respeitando o contrato essa empresa deveria coletar 100% dos resíduos provenientes das áreas do perímetro urbano do município.” (Garcia et al., 2021, p. 613). A figura 5 traz como os diferentes órgãos municipais estão correlacionados dentro da gestão dos resíduos sólidos e na fiscalização das empresas envolvidas.

Figura 5 - Fluxograma da gestão pública de resíduos sólidos de Fortaleza.



Fonte: Carvalho (2016, p. 42).

O gerenciamento de RSU em Fortaleza, conforme Garcia et al. (2021, p. 612) é dividido em cinco subsistemas: coleta, transporte, transbordo, reciclagem e aterro sanitário. A coleta propriamente dita ainda é subpartida em quatro modalidades: regular, subterrânea, seletiva e ecoponto. “Entende-se por coleta a ação de agregar

os RS devidamente embalados com o objetivo de facilitar o seu adequado manejo e transporte.” (Garcia et al., 2021, p. 612).

A coleta regular de RSD em Fortaleza, como afirma Mendez (2017, *apud* Garcia et al., 2021, p. 612), segue o sistema de porta-a-porta, em que os materiais são colocados em sacos e coletados por veículos compactadores a cada três dias, podendo ser segunda-quarta-sexta ou terça-quinta-sábado, nos turnos diurno ou noturno. Santos (2016, p. 28) afirma que, enquanto uma coleta diurna é mais economicamente viável e fiscalizável, a noturna causa menos interferência no trânsito. Ao fim, para tomada de decisão, é necessário observar as características do bairro. Já para os resíduos do comércio, pela grande quantidade de material gerado, segundo Santos (2016, p. 30), é atribuída a responsabilidade da gestão de coleta e das outras etapas ao próprio gerador, pela aplicação da Lei 12.305/2010.

De acordo com os dados disponibilizados pelo SNIS (2017), o município de Fortaleza, em 2017, possuía 288 unidades de veículos de agentes privados entre eles caminhões compactadores (71), caminhões basculantes com carrocerias ou baú (208), caminhão poliguindaste (1), trator agrícola com reboque (3) e motos com carretinha (5) (Garcia et al., 2021, p. 614).

Figura 6 - Coleta regular de RSD realizada por caminhão compactador.



Fonte: Moura (2021).

Após a etapa de coleta, geralmente realizada como mostrada na figura 6, ocorre a fase de transporte do material a algum lugar, podendo ser uma estação de transbordo ou diretamente ao aterro sanitário. De acordo com o PRGIRS, esta fase é uma das mais importantes na gestão e estabelecida dentro do PMGIRS de cada município, com suas próprias regras e regimes de contratação, respeitando a ABNT NBR 13221/2021, que regulamenta o transporte terrestre de produtos perigosos.

No tocante aos veículos utilizados na coleta dos resíduos os mesmos são em sua maioria, caminhões compactadores que são os mais indicados para a coleta de resíduos domiciliares, caçambas basculantes e retroescavadeiras para a coleta dos resíduos verdes e entulhos.(Ceará, 2018).

De acordo com Fortaleza (2012, p. 158), para uma operação de coleta e transporte seja executada com sucesso, faz-se necessário o apoio dos polos geradores, com a forma adequada de acondicionamento, armazenamento e disposição dos resíduos no local, nas datas e nos horários preestabelecidos. Para obter um acompanhamento eficiente destas etapas, Carvalho (2016, p. 31) aponta para a estratégia da gestão municipal em subdividir a área urbana em Zonas Geradoras de Lixo - ZGL.

O RSU coletado em grande parte de Fortaleza, antes de se dirigir à disposição final, passava por uma estação de transbordo localizada no bairro Jangurussu, como afirma Garcia et al. (2021, p. 617).

A estação de transbordo, geralmente é utilizada em grandes cidades, evitando o deslocamento dos caminhões convencionais de coleta até os locais de tratamento e de disposição, se configuram como edifícios quase ou totalmente fechados, de forma a conseguirem a redução dos impactos provocados por maus odores, por ruído e pelo espalhamento dos RS. Seu principal objetivo é reduzir os custos do sistema, com maior eficiência da coleta (Barros, 2012, *apud* Garcia et al, 2021, p. 617).

Em Fortaleza, desde 2016, segundo Alexandre, Garcia e Aquino (2020, p. 745), é implementado o conceito dos Ecopontos, que nada mais são pequenas estações de transbordo dentro do ambiente urbano, em que a população realiza a entrega de resíduos não qualificados para a coleta regular, como entulhos de construção civil, podas ou materiais recicláveis.

Por fim, tem-se a disposição final, a qual é definida por Leite (2009, p. 9), sendo o destino para onde os produtos são enviados quando não há mais qualquer possibilidade de reaproveitamento. No caso de Fortaleza, desde 1998, após o

encerramento do antigo lixão do Jangurussu, os RSU são enviados ao ASMOC, juntamente com o que foi gerado pelo próprio município-sede. De acordo com Garcia (2020, p. 34), o aterro, localizado no município de Caucaia, há 23 quilômetros do centro de Fortaleza, foi escolhido para ser o maior receptor de RSU do estado. Inaugurado em 1992 e tendo sua primeira fase encerrada em 2021, o ASMOC, com suas duas fases localizadas e representadas na figura 7, “ocupa uma área equivalente a 123 hectares dos quais 78,47 são destinados ao recebimento e confinamento dos resíduos sólidos, dentre outros setores” (Santos; Mota, 2010).

O aterro sanitário é definido pela norma ABNT NBR N° 8.419 (1992) como uma “técnica de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário”. (Garcia et al, 2021, p. 618).

Figura 7 - Imagem de satélite do ASMOC I (à direita) e do novo ASMOC II (à esquerda).



Fonte: Imagem extraída do software Google Earth®, em 27 ago. 2023.

Segundo Ceará (2018, p. 23), dentro da jurisdição do PRGIRS da RMF-A, apenas Fortaleza e Caucaia fazem a destinação final do seu RSU em um aterro sanitário licenciado. A gestão do equipamento também é responsabilidade da concessionária contratada.

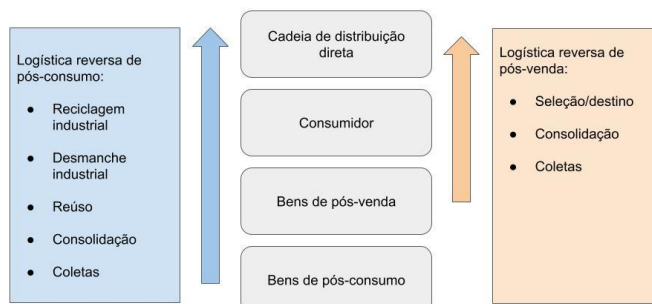
2.4 Conceitos de Logística Reversa aplicados à coleta de RSU.

O sistema de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, principalmente em relação ao gerenciamento de coleta, segue o raciocínio similar aos projetos de logística reversa implantados em diversos setores da indústria, já que este, conforme Tadeu *et al.* (2012, p. 14), é uma expansão da logística empresarial, a partir da sua ideia clássica, aplicada desde a busca de reduzir o consumo de matérias-primas ao direcionamento dos produtos a sua correta forma de disposição final. Nas palavras de Pianowski (2017, p. 37), o próprio termo implica ao conceito de ciclo, reuso ou retorno ao ponto inicial. Já a PNRS estabelece uma definição mais elaborada.

XII – logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada; (Brasil, 2010).

Enquanto que, para Leite (2009, p. 2), a logística clássica tem como objetivo primordial a distribuição gerenciada de bens e serviços para os utilizadores, Mueller (2007, *apud* Tadeu *et al.*, 2012, p. 14) afirma que a logística reversa utiliza das mesmas convenções e estratégias, mas em sentido inverso. Apesar das semelhanças, esta é divergente ao conceito de *green logistics*, atribuído por Rogers e Tibben-Lembke (1998, *apud* Tadeu *et al.*, 2012, p. 18), como sendo uma análise de impacto ambiental pelas atividades de gestão de materiais, podendo estar relacionadas ao pós-consumo ou pós-venda, como ilustradas na figura 8.

Figura 8 - Áreas de atuação da logística reversa em etapas.



Fonte: Adaptado de Leite (2002, *apud* Leite, 2009, p.19).

Da forma mais comum, a coleta de RSU, dentro da perspectiva de logística reversa, é uma etapa dentro do sistema de pós-consumo. Tadeu *et al.* (2012, p. 32) categoriza os bens de pós-consumo com base no tempo de vida útil, dentro de uma das três categorias mostradas no quadro 3, ou seja, o tempo entre a produção e o descarte do seu primeiro consumidor ou, no caso mais comum para bens duráveis e semiduráveis, o seu esgotamento total efetivo.

Quadro 3 - Classificação dos produtos, dentro da logística reversa.

Categoria de Produto	Definição
Durável	Bens de duração de vida útil média entre alguns anos e algumas décadas. Ex: automóveis, eletrodomésticos, máquinas industriais etc.
Semidurável	Bens de duração de vida útil média de alguns meses, raramente superior a dois anos.. Ex: baterias, óleos lubrificantes etc.
Descartável	Bens que apresentam duração de vida útil média variando de algumas semanas, raramente superior a 6 meses. Ex: embalagens, materiais de escritório, fraldas etc.

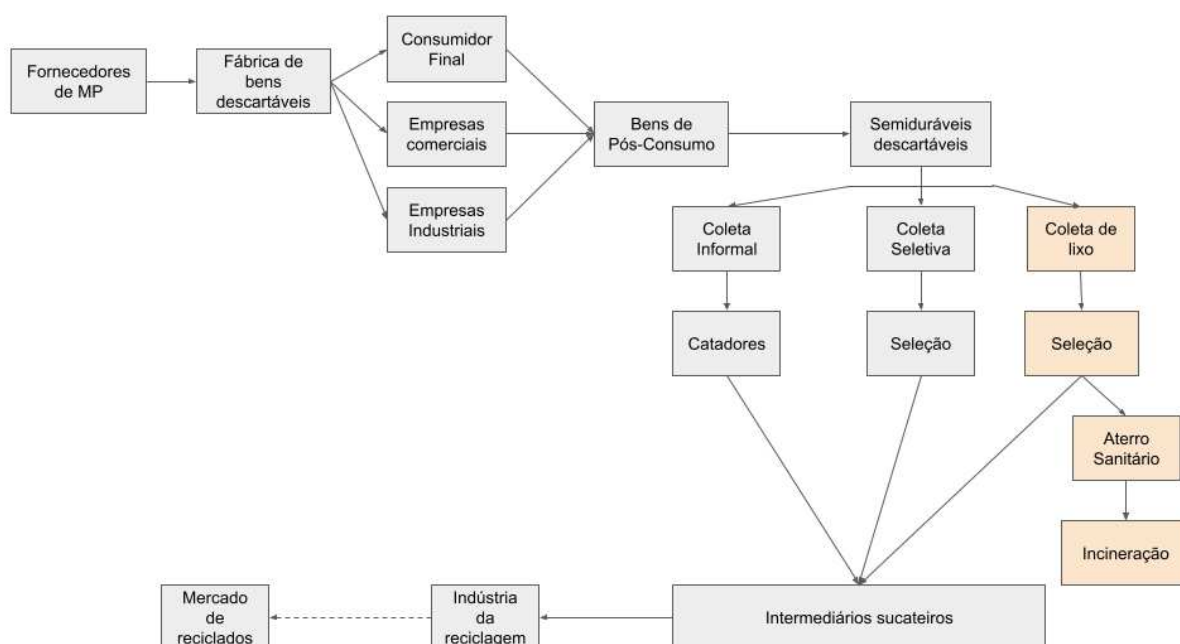
Fonte: Elaboração própria, com base em Tadeu *et al.* (2012, p. 33).

Nos canais de distribuição reversa de pós consumo, geralmente, apenas bens descartáveis são recolhidos pelos sistemas de coleta regular, pois estes materiais “têm sua origem no descarte proveniente de domicílios urbanos, empresas industriais e empresas comerciais” (Tadeu *et al.*, 2012, p. 38). Para os bens duráveis e semiduráveis que se encontram nestes canais e que ainda possuem valor comercial, Leite (2009, p. 8) afirma que são destinados aos mercados de segunda mão, ou canais reversos de reuso.

Ao fim da vida útil efetiva de qualquer produto, ocorre o “fluxo reverso desses bens por meio de dois grandes sistemas de canais reversos de valorização: o canal reverso de remanufatura e o de reciclagem” (Leite, 2009, p. 8). Caso o processo de revalorização não seja mais possível, Leite (2009, p. 8) diz que os materiais encontram sua disposição final, seja o aterro ou o incinerador. Segundo Abreu (2016, p. 54), a diferença entre remanufatura e reciclagem vem da manutenção ou não da funcionalidade original do produto.

Na remanufatura, são aproveitadas partes consideradas essenciais para a construção de um novo produto com a mesma finalidade do produto original. Já na reciclagem, a funcionalidade original do produto não é mantida e as matérias-primas são extraídas de maneira que possam gerar novos produtos originais ou serem utilizadas em outras indústrias como insumos (Abreu, 2016, p. 54).

Figura 9 - Fluxograma de distribuição reverso de bens de pós-consumo descartáveis, com destaque para o papel da coleta regular de lixo.



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Leite (2003, *apud* Tadeu et al, 2012, p. 39).

A figura 9 mostra detalhadamente o fluxo da geração de resíduos dentro da cadeia dos bens de pós-consumo semiduráveis e descartáveis, que constituem a maior parte dos RSU produzidos. Dentro da cadeia, a coleta destes materiais é subdividida em coleta informal, caracterizada pelos catadores informais ou cooperados; a coleta seletiva, para materiais recicláveis selecionados e a coleta de lixo, cuja destinação principal é o aterro sanitário ou incineração.

3 METODOLOGIA

A metodologia de estudo deste trabalho foi construída para realizar dois tipos de análises dentro do escopo escolhido. A primeira parte consiste em uma avaliação quantitativa dos meios de coleta disponíveis, a partir de alguns indicadores de desempenho, os quais foram comparados ao longo dos últimos anos. Já a segunda parte fundamenta-se no processo de avaliação da qualidade a partir da experiência do usuário com o serviço.

3.1 Caracterização do serviço através de indicadores de desempenho

Para esta fase do trabalho, o método avaliativo foi baseado na metodologia de auditoria operacional, geralmente aplicada pelos Tribunais de Contas da União. Segundo o Tribunal de Contas da União - TCU (2010, *apud* Mattos; Braga, 2021), esse tipo de auditoria define-se pela avaliação objetiva de desempenho econômico e efetivo de ações governamentais, buscando melhorias para sua gestão em geral. “A auditoria operacional gera informações para melhoria dos processos de gestão e tomada de decisões dentro de uma organização, utilizando certos critérios ou dimensões de desempenho.” (Mattos; Braga, 2021, p. 86).

De acordo com o estudo de caso de Mattos e Braga (2021), para avaliar se o sistema de coleta regular funciona de forma satisfatória ou não, dentro da proposta de auditoria operacional, foram considerados 6 variáveis principais a serem analisadas:

- quantidade de RS coletados por dia;
- quantificação de roteiros de coleta;
- quantificação de usuários atendidos por roteiro;
- cronograma de dias e horários de atendimento;
- existência de pontos críticos de descarte irregular;
- quantificação e caracterização dos modais de coleta utilizados;

Além destas informações sobre a coleta de resíduos domiciliares, buscou-se avaliar também, a partir de aspectos similares, os programas de coleta especial de

resíduos urbanos, como projetos públicos de coleta de recicláveis, de resíduos de grande porte e de materiais passíveis à logística reversa.

Como fontes de dados para a análise quantitativa, utilizou-se do serviço de transparência pública do município: o site Fortaleza Dados Abertos, além de pesquisa documental de artigos jornalísticos, dados demográficos do IBGE e da PMF. O objetivo principal desta etapa é obter informações factuais sobre as variáveis avaliadas pelos usuários e, assim, comparar os resultados obtidos.

3.1.1 Cálculo da geração de RS por dia

Para determinar a geração de resíduos por dia da Regional IX, por falta de dados específicos da região, foi necessário definir matematicamente uma estimativa deste valor. Inicialmente, reuniu-se os dados provenientes da coleta municipal, divulgados pela ACFOR e acessados na plataforma Fortaleza Dados Abertos, dos anos de 2016 a 2022, com exceção de 2020.

Com estes dados, calculou-se a taxa de crescimento média, considerando que o comportamento da função segue uma projeção geométrica, método este utilizado em projeções de crescimento populacional da Rede Interagencial de Informação para a Saúde (2008, p. 62) :

$$taxa\ de\ crescimento = \left[\left(\sqrt[n]{\frac{Valor\ Final}{Valor\ Inicial}} \right) - 1 \right] \times 100$$

Aplicando a taxa de crescimento encontrada aos dados da coleta regional de 2022, obtém-se uma estimativa do valor total de resíduo produzido para 2023 e, proporcionalmente, é possível estimar a geração diária.

3.1.2 Caracterização geral da coleta

Realizou-se uma pesquisa entre os dados públicos da quantidade de rotas registradas no sistema, dos veículos utilizados e dos possíveis trechos não atendidos, por falta de acessibilidade dos modais convencionais de coleta.

Além disso, foi coletado, através do questionário de avaliação dos moradores, algumas informações a respeito do atendimento do sistema de coleta regular, como acessibilidade, regularidade e tipologia dos coletores.

3.1.3 Existência de pontos críticos de descarte

Foi feita uma pesquisa entre as informações geográficas fornecidas pela prefeitura, na busca pelos pontos de descarte regular mapeados, além de coletar as impressões dos moradores. Também foi considerado fazer uma pequena avaliação de campo dos pontos encontrados.

3.2 Caracterização do serviço pela avaliação do usuário:

Para construção do perfil da qualidade dos serviços de coleta na região de estudo, foi feita uma adaptação do método do Manual de Avaliação dos Serviços Públicos, provido pela Controladoria e Ouvidoria Geral do Estado do Ceará - CGE-CE.

3.2.1 Seleção dos serviços a serem avaliados

De acordo com Nogueira (2023), na busca de atingir suas metas de sustentabilidade e limpeza urbana, a PMF fornece aos cidadãos diversas opções de serviços de coleta de resíduos, a depender do tipo de material e destinação adequada. “Além da coleta domiciliar, Fortaleza conta com os programas: Re-ciclo, Ecopontos, Lixeiras subterrâneas inteligentes, Ilhas ecológicas, Mini Ecopontos, Operação Tira-trecos e Centros de Recondicionamento Tecnológico.” (Nogueira, 2023). Portanto, estes foram os serviços selecionados para a avaliação.

3.2.2 Construção da avaliação

A avaliação consiste em duas partes: pesquisa bibliográfica de dados públicos, a fim de realizar uma caracterização de desempenho e um ranqueamento da situação dos serviços prestados no espaço amostral definido dentre as outras

regionais existentes na cidade; e a pesquisa de opinião dos usuários, realizada por meio de questionário eletrônico.

3.2.2.1 Avaliação de desempenho aparente por opinião dos usuários

Pelo método do CGE, faz-se necessário elaborar as perguntas tendo como objetivo avaliar os aspectos de satisfação subjetiva, qualidade de atendimento, cumprimento de metas da prestação de serviços e sugestão de aperfeiçoamento do serviço. Para o que foi proposto neste trabalho, as perguntas escolhidas foram de caráter objetivo, com diferentes formas de resposta a depender do tipo de dado que desejou-se obter. Assim foi feito pois “as questões fechadas, com alternativas fixas, compõem a maior parte do questionário e estão relacionadas com a necessidade de padronização do processo de coleta de dados.” (CGE-CE, 2021)

O questionário realizado é a avaliação do serviço propriamente dito. As questões aqui são formuladas com o objetivo de coletar informações sobre satisfação do usuário, qualidade do serviço prestado, cumprimento de prazos e eficiência aparente.

O questionário foi montado utilizando diversos tipos de perguntas, baseados no tipo de dado a ser coletado ou na resposta esperada. Para questões de cunho eliminatório, foram postas perguntas binárias. “Nesse tipo de pergunta, também conhecida como dicotômica, o entrevistado terá apenas duas opções de respostas.” (CGE-CE, 2021). A avaliação em si ocorreu através do emprego de perguntas respondidas em Escala Likert.

A escala Likert é uma das formas mais confiáveis e utilizadas para medir a satisfação, opiniões e os comportamentos dos entrevistados. Normalmente são perguntas que contam com 5 ou 7 respostas que variam de uma resposta extrema a outra.(CGE-CE, 2021).

Ao fim do questionário avaliativo, pediu-se ainda ao usuário que fosse atribuído ao sistema uma nota entre 0 a 10, para que fosse possível obter um score dentro da metodologia Net Promoter Score, a qual “[...] é uma metodologia voltada para identificar a satisfação do cliente. O objetivo de se calcular o índice Net Promoter Score é medir a fidelidade e nível de indicação dos usuários com determinado serviço.” (CGE-CE, 2021).

3.2.3 Determinação do Plano Amostral

Por ser um serviço que apresenta um grande número de usuários e pela escala do território a qual será estudado, fez-se necessário calcular previamente o Plano Amostral, ou seja, a quantidade de pessoas a serem consultadas para a pesquisa, para que os resultados desta tenham significância estatística real. “A partir do Plano Amostral é possível identificar a quantidade de usuários que devem ter em uma amostra de modo que ela represente mais fielmente a população de usuários de um determinado serviço.” (CGE-CE, 2021).

A metodologia do Manual de Avaliação dos Serviços Públicos do CGE é baseada no método Survey. Freitas et. al (2000, *apud* CGE, 2021) afirma que o procedimento de pesquisa corresponde à coleta de diversas informações e opiniões de uma amostra definida como representativa em relação à população-alvo, através de um instrumento de avaliação.

Para cálculo da amostra, utilizou-se da técnica de Alocação Proporcional, em que o número (n) de consultados é definido pela equação a seguir.

$$n = \frac{N^2 P \cdot (1-P)}{N^2 \cdot \frac{E^2}{Z^2} + N \cdot P \cdot (1-P)}$$

Em que:

- N é a população-alvo, cujo valor, de acordo com os dados da SIMDA (2022), é de 168.476 habitantes;
- P é “a proporção populacional de indivíduos que pertencem à categoria que estamos interessados em estudar, por exemplo, o nível de satisfação geral com o serviço prestado.” (CGE-CE, 2021). No caso deste trabalho, cuja pesquisa não possui antecedentes, adotou-se o chamado “critério estatístico de variância máxima”, cujo valor P é igual a 0,5.
- Z é o parâmetro da distribuição normal de probabilidade equivalente ao grau de confiança atribuído à pesquisa. Para o caso desta pesquisa, considerou-se um grau de confiança de 90%, logo o valor Z é de 1,645.

- E é o erro máximo de estimação do parâmetro P, o qual foi definido como sendo de 10%.

A partir destas condições, tem-se que a amostra populacional mínima significativa a responder o questionário é de 68 habitantes.

3.2.4 Aplicação da pesquisa

Por questões operacionais e financeiras, optou-se pela aplicação da pesquisa em formato eletrônico, por meio de formulário da plataforma Google Forms. A divulgação do questionário ocorreu por meio de redes sociais, grupos de conversas e fóruns, buscando, desta forma, atingir uma grande quantidade de pessoas, de diferentes faixas etárias e características socioeconômicas.

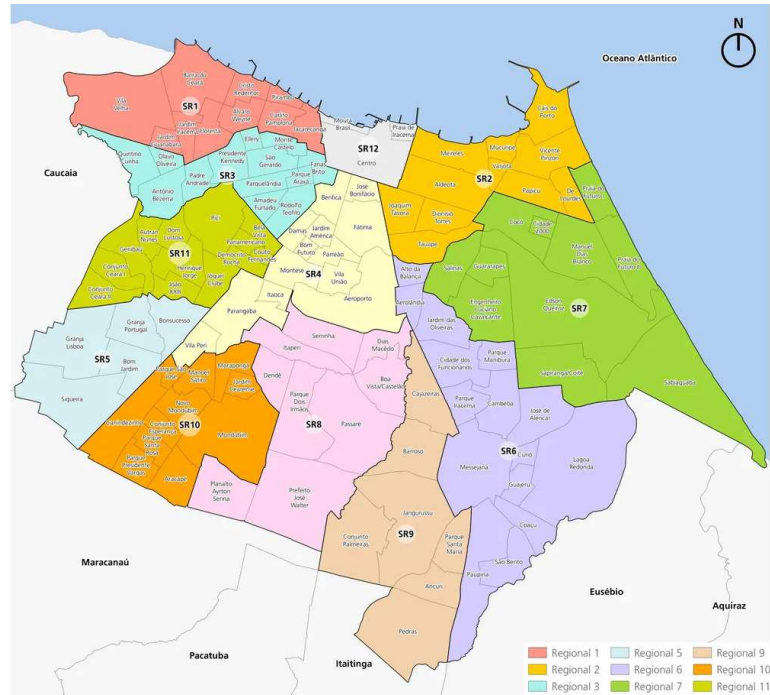
3.3 Caracterização da área de estudo

Neste trabalho, foi delimitado como área de estudo a região equivalente a extensão territorial dirigida pela Secretaria Executiva Regional IX, de acordo com a nova territorialização administrativa municipal vigente desde 2021, mostrada na figura 10. Segundo a Prefeitura Municipal de Fortaleza (2021), as SERs são as maiores responsáveis pela manutenção dos bairros que as formam, inclusive em questões envolvendo manejo de resíduos sólidos, como limpeza urbana e gestão de pontos de depósito de lixo, com certa autonomia de ação em relação às secretarias temáticas, como a SCSP e a SEUMA, as quais também estão envolvidas.

Localizada na parte sul do perímetro urbano da capital, a regional IX, dentro da nova Divisão Administrativa Municipal, é formada por 7 bairros, agrupados em 3 territórios:

- Território 31: Barroso e Cajazeiras.
- Território 32: Conjunto Palmeiras e Jangurussu.
- Território 33: Ancuri, Parque Santa Maria e Pedras.

Figura 10 - Nova divisão administrativa de Fortaleza.



Fonte: G1 (2021).

Dentro do escopo deste órgão administrador e representante do poder executivo municipal, encontra-se a seguinte fatia populacional da capital cearense, organizada na tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição populacional da Regional IX por bairro e faixa etária (continua).

Bairro	Faixas populacionais				População Total
	0-9 anos	10-18 anos	19-59 anos	60 anos ou mais	
Ancuri	1391	1483	4146	399	7419
Barroso	5947	6096	18932	1934	32909
Cajazeiras	2469	2595	9836	1065	15965
Conj.Palmeiras	7197	7975	22989	2183	40344
Jangurussu	8847	10681	33373	2754	55655
Parque Santa Maria	2498	2531	8667	1008	14704
Pedras	236	275	851	118	1480

Fonte: Elaboração Própria, com dados de SIMDA (2022).

Ocupando 3163.733 km² de área e com uma população, contabilizada a partir de dados da Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza, através do Sistema de Monitoramento Diário de Agravos - SIMDA (2022), de 168.476 habitantes, a região é marcada pela existência de comunidades periféricas e de baixa renda, principalmente, nas proximidades do antigo Lixão do Jangurussu, ilustrado a seguir na figura 11.

Figura 11 - O extinto Aterro do Jangurussu.



Fonte: Silva (2016).

Apesar dos grandes problemas de desenvolvimento e desigualdade social, a regional apresenta uma economia local forte e diversificada. Por consequência, também demonstra ser uma contribuidora representativa na geração de resíduos da cidade.

4 RESULTADOS

Após a coleta de dados realizada a partir da execução da metodologia descrita no capítulo anterior e do processamento das informações adquiridas, chegou-se aos seguintes resultados em relação à realização dos processos coleta de resíduos sólidos urbanos na Regional IX, dividindo-os em duas partes: a coleta regular, realizada nos domicílios com cronograma e modalidade definidos; e a coleta especial, feita por diversos equipamentos e diferentes modalidades, com características e particularidades específicas.

4.1. Análise geral da coleta regular de Resíduos Sólidos Urbanos

4.1.1 Análise quantitativa de resíduos coletados

A partir dos cálculos realizados, utilizando dados de 2016 a 2022, foram obtidas as seguintes estimativas, em toneladas, da geração diária de resíduos sólidos urbanos na regional IX, separadas em quatro categorias de resíduos, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantitativo de resíduos coletados em 2022 e estimados para 2023, em toneladas.

Tipo de Resíduo	Quantidade coletada (2022)	Estimativa de coleta (2023)	Estimativa de coleta diária (2023)
Lixo Especial Urbano	19.770,27	19.869,48	54,44
Domiciliar	39.219,33	39.388,48	107,91
Entulho	2.761,25	2.772,53	7,60
Poda e/ou Capina	2.384,28	2.400,12	6,58
Total	64.135,13	64.430,62	176,52

Fonte: Elaboração Própria, a partir de dados da ACFOR (2022).

A partir disso, estima-se também que a geração de resíduos por habitante da região de estudo neste ano siga o seguinte comportamento, como mostrado a seguir no quadro 4.

Quadro 4 - Estimativa diária de geração de resíduos por habitante em 2023.

Tipo de resíduo	Taxa estimada de geração de RSU (kg/hab.dia) em 2023
Lixo especial urbano	0,32
Domiciliar	0,64
Entulho	0,05
Poda e/ou capina	0,04
Total	1,05

Fonte: Elaboração Própria.

Analisando os dados demográficos fornecidos pelo SIMDA e pelo IBGE, tem-se conhecimento que a região de estudo representa aproximadamente 7% da população municipal e foi responsável por quase 5% da geração de resíduos sólidos urbanos da capital em 2022. Outro ponto a ser observado é que a taxa estimada de geração total de resíduos sólidos da regional é, aproximadamente, 54,4% menor em comparação com o dado municipal mais recente, fornecido na Tabela 1.

4.1.2 Cobertura, desempenho e características da coleta

4.1.2.1 Quantificação e caracterização de roteiros de coleta

A partir dos dados mais recentes divulgados pela ACFOR, em conjunto com a Ecofor Ambiental, foram contabilizadas doze regiões, ilustradas na figura 12, tratadas como rotas, de coleta regular, organizadas no quadro 5, com seus respectivos números de identificação do circuito, nome da rota e o cronograma estabelecido.

Quadro 5 - Circuitos de coleta regular domiciliar na Regional IX (continua).

Circuito	Nome da rota	Cronograma estabelecido
301233	Jangurussu I	Diurno - Ter/Qui/Sáb
301250	Maria Tomásia	Diurno - Ter/Qui/Sáb
301235	Pedras	Diurno - Ter/Qui/Sáb

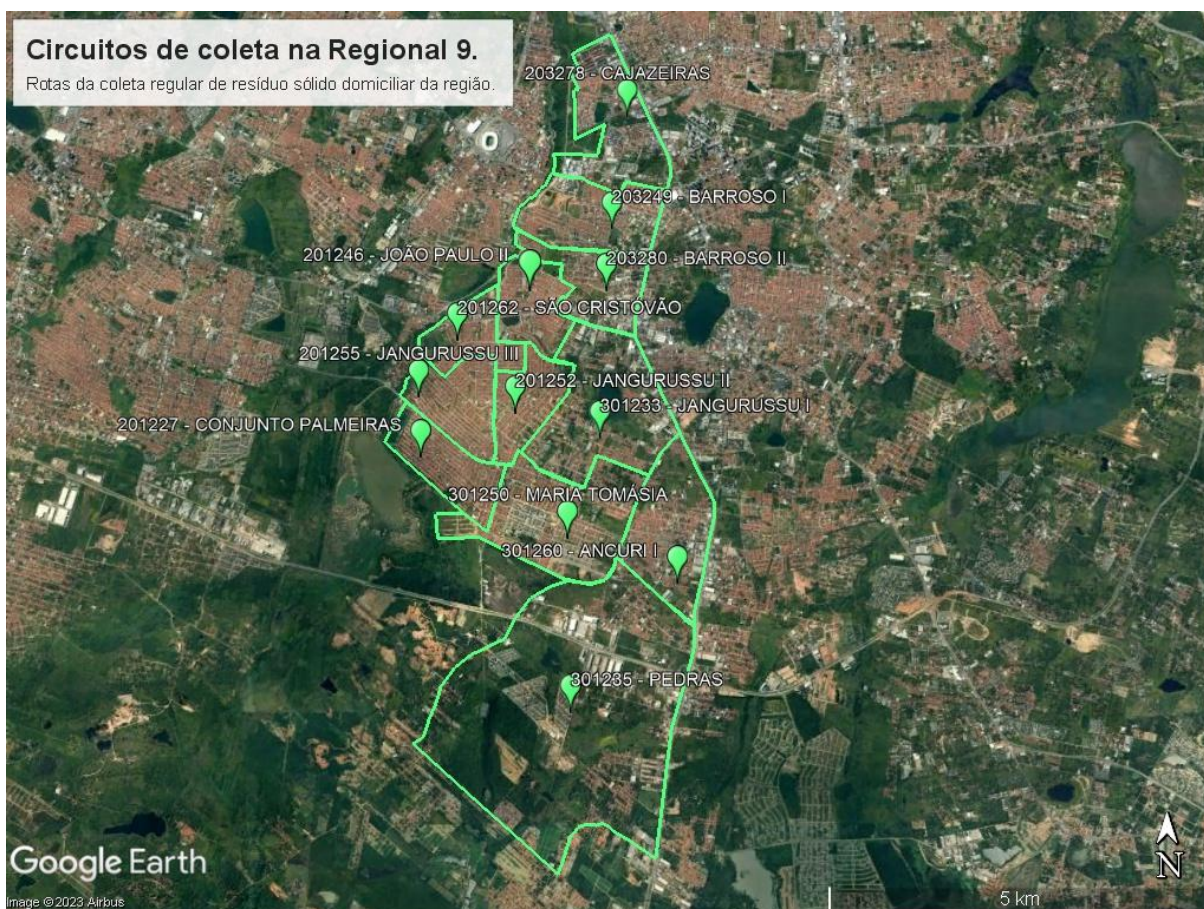
Fonte: Elaboração Própria, apresentando dados da ACFOR (2023).

Quadro 5 - Circuitos de coleta regular domiciliar na Regional IX (conclusão).

Circuito	Nome da rota	Cronograma estabelecido
301260	Ancuri I	Diurno - Ter/Qui/Sáb
201246	João Paulo II	Diurno - Seg/Qua/Sex
201249	Barroso I	Diurno - Seg/Qua/Sex
201252	Jangurussu II	Diurno - Seg/Qua/Sex
201255	Jangurussu III	Diurno - Seg/Qua/Sex
201262	São Cristóvão	Diurno - Seg/Qua/Sex
201227	Conjunto Palmeiras	Diurno - Seg/Qua/Sex
203280	Barroso II	Noturno - Seg/Qua/Sex
203278	Cajazeiras	Noturno - Seg/Qua/Sex E Integral - Diário

Fonte: Elaboração Própria, apresentando dados da ACFOR (2023).

Figura 12 - Divisão setorial de coleta domiciliar da Regional IX.



Fonte: Imagem extraída do software Google Earth®, em 27 ago. 2023, com dados da ACFOR (2023).

Pela análise dos relatórios públicos das rotas, entre 2020 e 2022, como estão organizados nas tabelas 4 a 6, foram constatados alguns problemas recorrentes durante a coleta domiciliar, podendo ser agrupados nas seguintes categorias:

- Necessidade de adequação da rota planejada à rota executada (NAD): conflito entre as solicitações de expansão de rota e o atendimento delas no sistema.
- Necessidade de implantação de coleta (NIC): pedidos não atendidos de demandas de expansão do sistema.
- Necessidade de ampliação da rota de coleta (NAM): problemas de atualização do sistema para o atendimento das demandas de inclusão de novos logradouros nas rotas existentes.
- Falha na coleta ou coleta incompleta (FC): trechos interditados e/ou em obra, com realização de coleta manual; regiões contestadas ou que não foram incluídas em rota por falta de pontos geradores.
- Outros problemas (OP): problemas nos equipamentos de monitoramento ou no veículo, que impediram a contabilização ou a coleta.

Tabela 4 - Quantitativo de problemas na coleta domiciliar em 2022, por circuito.

Circuito	Categoria de problema					Total
	NAD	NIC	NAM	FC	OP	
301233	3	1	0	9	1	14
301250	6	0	0	5	2	13
301235	8	0	1	4	2	15
301260	9	1	0	12	0	22
201246	7	0	0	10	1	18
201249	11	1	1	5	2	20
201252	5	0	0	5	0	10
201255	7	0	0	7	2	16
201262	8	0	0	4	1	13
201227	2	0	0	5	1	8
203280	9	1	4	12	4	30
203278	3	0	0	4	1	8

Fonte: Elaboração Própria, interpretado de ACFOR (2023).

Tabela 5 - Quantitativo de problemas na coleta domiciliar em 2021, por circuito.

Circuito	Categoria de problema					Total
	NAD	NIC	NAM	FC	OP	
301233	0	0	0	5	1	6
301250	0	2	0	7	2	11
301235	0	3	0	4	2	9
301260	0	0	0	8	4	12
201246	1	1	0	15	1	18
201249	1	0	0	8	2	11
201252	3	0	0	4	1	8
201255	0	0	0	6	0	6
201262	3	0	0	12	1	16
201227	7	0	0	4	0	11
203280	0	0	1	7	3	40
203278	0	0	1	7	3	11

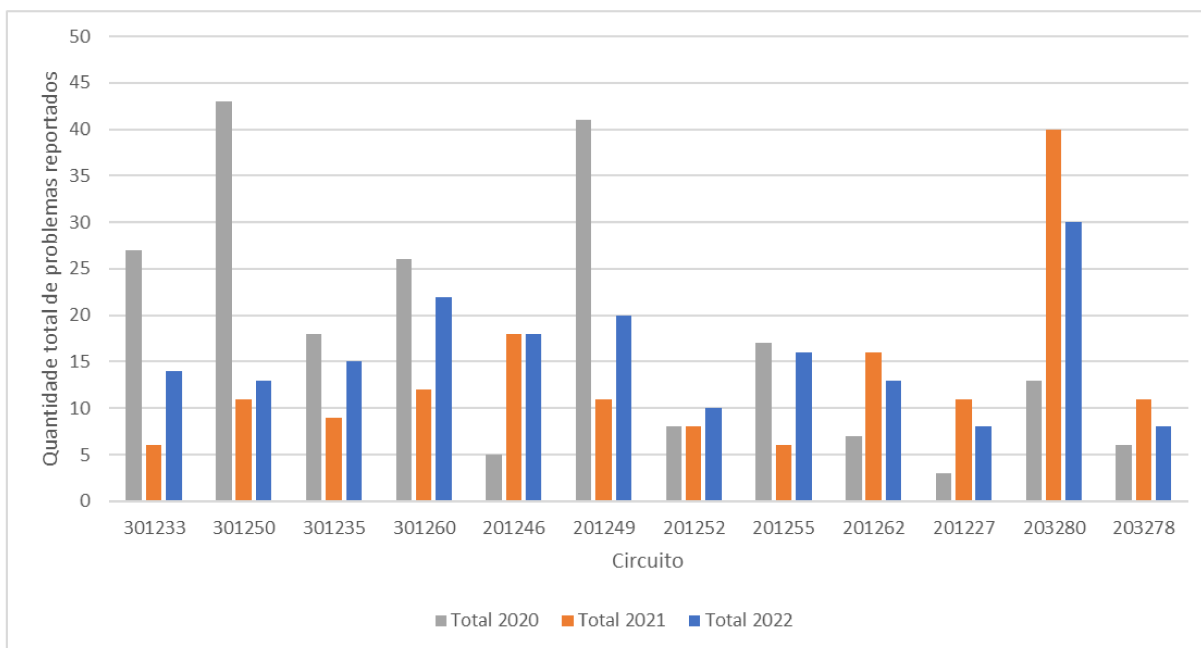
Fonte: Elaboração Própria, interpretado de ACFOR (2023).

Tabela 6 - Quantitativo de problemas na coleta domiciliar em 2020, por circuito.

Circuito	Categoria de problema					Total
	NAD	NIC	NAM	FC	OP	
301233	2	0	2	21	2	27
301250	2	0	1	23	17	43
301235	0	0	0	13	5	18
301260	0	1	0	17	8	26
201246	0	0	0	5	0	5
201249	1	1	1	30	8	41
201252	1	0	0	4	3	8
201255	0	0	0	10	7	17
201262	0	0	0	4	3	7
201227	0	0	0	3	0	3
203280	1	0	1	7	4	13
203278	0	0	0	2	4	6

Fonte: Elaboração Própria, interpretado de ACFOR (2023).

Figura 13 - Gráfico de comparação do número de problemas reportados na coleta dos circuitos avaliados entre 2020 e 2022.



Fonte: Elaboração Própria, interpretado de ACFOR (2023).

A partir do gráfico da figura 13, comparando os dados de 2022 com dos dois anos anteriores, dentro da atual gestão municipal, nota-se uma considerável redução na quantidade de problemas reportados nos circuitos 301233 - Jangurussu, 301250 - Maria Tomásia e 201249 - Barroso I. Segundo os registros feitos nos relatórios de coleta divulgados e organizados nas tabelas 5 a 7, observa-se que a maior parte das ocorrências nestes circuitos estão na categoria FC, caracterizados principalmente pela existência de trechos em obras. Sabe-se também que, nos últimos anos, foram realizadas grandes obras de infraestrutura nestes bairros, como o Projeto Mais Ação e o Consórcio Sanear, da Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE.

O mesmo explica o expressivo aumento nos circuitos 201262 - São Cristóvão, 201227 - Conjunto Palmeiras, 203278 - Cajazeiras e, particularmente, 203280 - Barroso II; pois estas regiões, além de também terem sido contempladas com estas obras, estão incluídas no Projeto Meu Bairro Empreendedor, pela Lei Ordinária nº 11.180, de 05 de novembro de 2021.

É possível entender também o aumento do registro de ocorrências na categoria NAD em 2022, pelas mudanças na divisão administrativa municipal, a redefinição dos limites municipais e a reorganização das ZGL, aprovadas no ano em

questão. Entretanto, ainda não é viável estabelecer uma projeção quantitativa do cenário de 2023.

4.1.2.2 Quantificação e caracterização dos modais de coleta utilizados

Constatou-se que a maior parte da coleta regular realizada na região de estudo, assim como na cidade em geral, é realizada a partir de caminhões compactadores. Contudo, ao longo dos circuitos, existem logradouros de difícil acesso, os quais são atendidos por modais especiais de coleta regular. De acordo com dados da SCSP (2019), os endereços a seguir são servidos da seguinte forma no quadro 6.

Quadro 6 - Trechos de difícil acesso, servidos de veículos especiais de coleta (continua).

ID	Território	Endereço	Veículo Coletor	Cronograma
304	32	Rua Cantareira	Microcoletor	Ter/Qui/Sáb
310	32	Rua Paulina de Arruda / Rua Rita Arruda	Moto-gari	Ter/Qui/Sáb
311	32	Rua Nova Portuguesa / Rua Raquel Maria de Araújo / Rua João de Barros	Caçamba	Ter/Qui/Sáb
314	33	Rua São Leopoldo / Rua Oscar Romério / Rua Floresta / Rua Jardim Babilônia / Rua Edésio Monteiro / Rua Jardim Botânico / Tv. Paulo Santa Fé / Tv. Flor de Santana / Rua Ana Carolina / Rua Mangueira	Caçamba	Ter/Qui/Sáb
315	33	Rua Isabel Sales / Rua Valdir Dantas / Rua Acari / Rua Marlene Farias Filgueiras / Rua Três Estrelas / Rua Antônio Almeida	Microcoletor	Ter/Qui/Sáb
337	31	Rua E / Rua L / Tv. Espacial / Tv. Taguari	Moto-gari	Seg/Qua/Sex
338	31 e 32	Rua Lago Verde / Rua Ada Pimentel / Av. Alef de Souza Cavalcante / Rua Oito de Março / Rua Roberto Rio	Microcoletor	Seg/Qua/Sex
341	31	Rua Ricardo Brígido Ribeiro Filho / Rua da Bandeira / Rua Francisco José da Costa / Rua Araguari / Rua Benedito Lacerda / Av. Capitão Waldemar Paula Lima / Rua Sabino Loureto da Silva / Rua Jornalista Antônio Pontes Tavares / Rua Um	Caçamba	Ter/Qui/Sáb

Fonte: Elaboração Própria, com dados da SCSP (2019).

Quadro 6 - Trechos de difícil acesso, servidos de veículos especiais de coleta (conclusão).

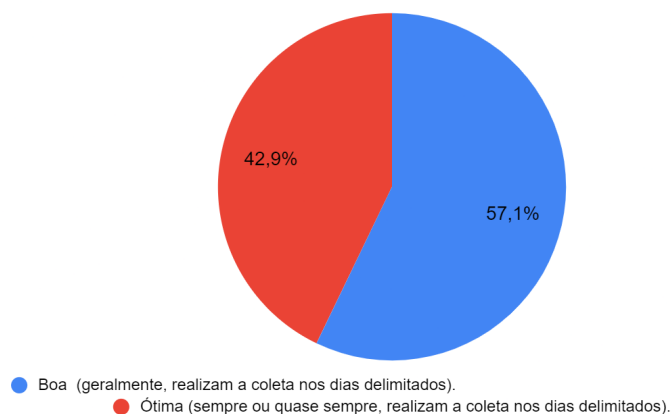
ID	Território	Endereço	Veículo Coletor	Cronograma
342	31 e 32	Rua O / Rua 05 / Rua 06 / Rua Pedestre P / Rua Maria das Dores / Rua Waldemar de Alcântara / Rua 04 / Av. Capitão Bezerra / Rua Nydia Rodrigues Jucá / Rua Rosa Nogueira de Oliveira / Rua Rafael Melo / Rua José Batista da Silva	Caçamba	Ter/Qui/Sáb
343	32	Av. Cora Coralina / Rua Janete Clair / Rua Leila Diniz / Rua Myriam Fraga / Rua Nara Leão / Rua Madalena Caramuru / Av. Olga Benário / Rua Joana Angélica / Rua Júlia Galeno / Rua Cardoso / Rua Moreno de Angola / Rua Chica da Silva	Caçamba	Ter/Qui/Sáb
344	32	Rua Liliane Miranda / Rua Edinalda Santos / Rua Olivia Paiva Menezes	Caçamba	Ter/Qui/Sáb
351	32	Tv. Conceição / Rua José do Palmeiras	Microcoletor	Seg/Qua/Sex
354	32	Rua Babaçu / Rua Santo Dias / Rua Missionário Silva / Rua Maguari / Rua São Francisco / Rua Álvaro Dias / Rua São Luiz / Rua Costa Mendes / Rua Osvaldo Cruz / Rua José do Crato / Av. Margarida Alves	Caçamba	Seg/Qua/Sex
355	32	Rua 208 / Rua 206 / Av. Margarida Alves / Rua José do Crato / Rua Osvaldo Cruz / Rua Dr. Codes Sandoval / Rua Maguari / Rua Dr. José Linhares / Rua Antônio / Rua Sebastião / Rua Babaçu	Caçamba	Seg/Qua/Sex
356	32	Rua 117 / Rua 113 / Rua 111 / Rua São Cristóvão / Rua 115 / Rua 119 / Rua 121 / Rua 111 / Rua Bela Vista / Rua Ana Beatriz / Rua Expedito Moreira	Caçamba	Seg/Qua/Sex
358	31	Rua Barão de Grajaú	Moto-gari	Seg/Qua/Sex
369	31	Rua M / Rua L / Rua do Pensamento / Rua Maria Elisangela / Rua Manoel Martins	Microcoletor	Seg/Qua/Sex
373	33	Rua Francisco Bento Ferreira / Rua Osvaldo Pery Jucá / Rua Francisco Alves / Rua Adjacir Oliveira / Rua Antônio Barbosa de Lima	Caçamba	Ter/Qui/Sáb

Fonte: Elaboração Própria, com dados da SCSP (2019).

4.1.2.3 Regularidade e assiduidade da coleta:

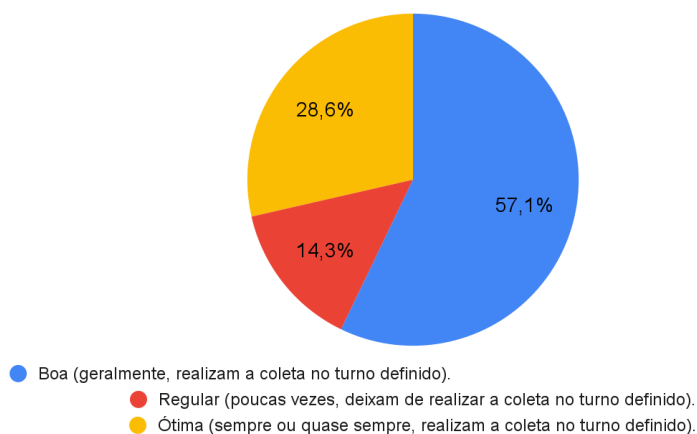
Para analisar os aspectos de regularidade e assiduidade da coleta na região, pela impossibilidade de realizar coleta em campo de todos os dias e horários exatos de coleta em todas as rotas existentes, a principal fonte de dados foi o questionário aplicado aos usuários, a partir das perguntas 6 e 7 da seção 2, mostrados no apêndice A. As figuras 14 e 15, a seguir, apresentam os resultados obtidos destas perguntas.

Figura 14 - Análise da regularidade de coleta nos dias de serviço.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 15 - Análise da regularidade de coleta nos turnos de serviço.



Fonte: Elaboração Própria.

Como pode-se observar, existe uma percepção positiva em relação ao cumprimento do cronograma de dias de coleta, ou seja, há um maior nível de confiança de que o veículo coletor irá passar no dia determinado. Já em relação ao horário de coleta, especificamente, o turno definido, já existe um menor grau de confiança, pela presença de dados na classificação regular, o qual sinaliza que, em algumas circunstâncias, a coleta não é realizada no turno esperado, o qual pode ocasionar em descarte irregular ou acúmulo de resíduo nas vias.

Além da percepção do usuário, foi realizada a coleta de dados em um dos circuitos da regional IX, o 201252 - Jangurussu II, escolhido pelo fácil acesso, localização central dentro da área de estudo e pela sua diversidade socioeconômica. No ponto de coleta, foram coletados os seguintes dados de data e hora em que o veículo responsável passou pelo local, organizados abaixo no quadro 7.

Quadro 7 - Horário de coleta no ponto de interesse da Rota 201252 (continua).

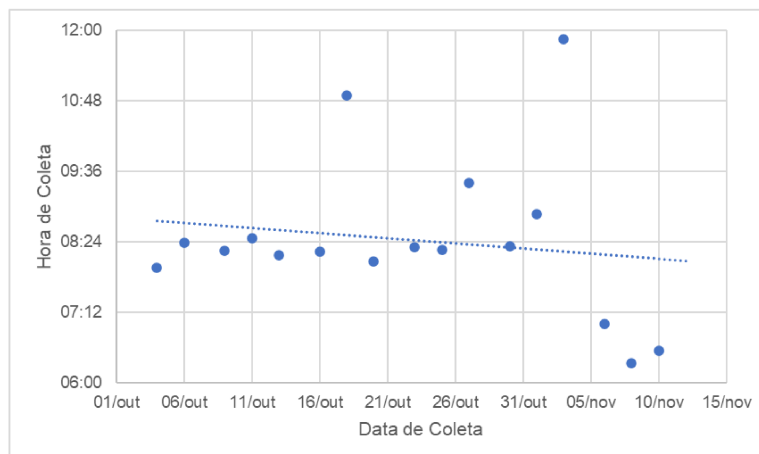
Data	Hora de coleta
04/out	07:58
06/out	08:23
09/out	08:15
11/out	08:28
13/out	08:10
16/out	08:14
18/out	10:54
20/out	08:04
23/out	08:19
25/out	08:16
27/out	09:24
30/out	08:20
01/nov	08:52
03/nov	11:51
06/nov	07:00
08/nov	06:20
10/nov	06:33

Fonte: Elaboração Própria.

Com estes valores, montou-se o gráfico de dispersão ilustrado na figura 16, com sua linha de tendência e, desta forma, observou-se que, apesar de algumas

disparidades no horário exato de coleta, o veículo coletor cumpriu seu cronograma ao longo do período analisado.

Figura 16 - Gráfico de dispersão dos horários de coleta.



Fonte: Elaboração Própria.

4.1.2.4 Existência de pontos críticos de descarte irregular:






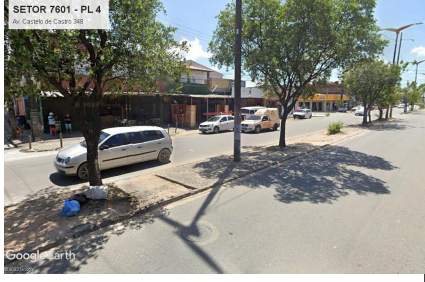
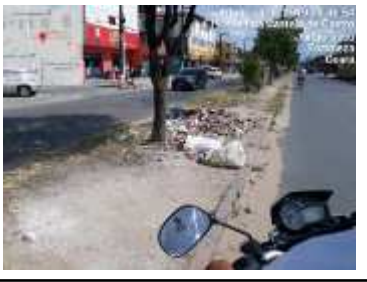
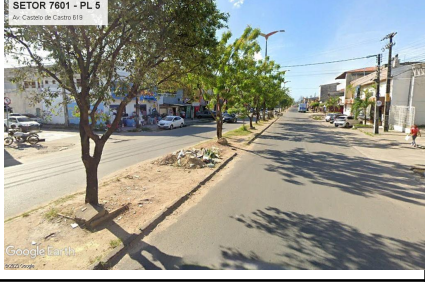


No último relatório da ACFOR, de 2019, foram contabilizados pontos críticos de descarte irregular de resíduos sólidos na região. Entretanto, com algumas obras e projetos realizados na gestão atual municipal, inclusive após a implementação do Programa Meu Bairro Empreendedor, alguns dos locais já foram recuperados. Observa-se estas mudanças ao longo do quadro 8.

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (continua).

Setor	Endereço	Imagens do local	
		Relatório da ACFOR (2019)	Google Street View (2023)
7601	BR 116, 806		



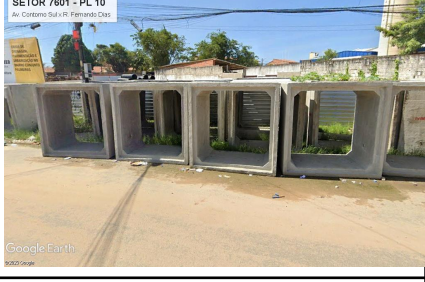
Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (continua).

Setor	Endereço	Imagens do local	
		Relatório da ACFOR (2019)	Google Street View (2023)
7601	R. Lara Leão x R. dos Meninos Verdes		
7601	Av. Bulevar II, 338 A		
7601	Av. Castelo de Castro, 348		
7601	Av. Castelo de Castro, 619		
7601	Av. Castelo de Castro, 625		

Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (continua).

Setor	Endereço	Imagens do local	
		Relatório da ACFOR (2019)	Google Street View (2023)
7601	Av. Castelo de Castro, 720 B		
7601	Av. Castelo de Castro, 843 B		
7601	Av. Castelo de Castro x R. 404		
7601	Av. Contorno Sul x R. Fernando Dias		
7601	R. Catolé, 2860 a 2890		

Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (continua).

Setor	Endereço	Imagens do local	
		Relatório da ACFOR (2019)	Google Street View (2023)
7601	R. Catolé, 2919		
7601	R. Catolé x R. Nara Leão		
7601	R. Missionário Oliveira, 1300		
7601	R. Jaborandi, 750		
7601	Av. Contorno Sul, 760		

Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (continua).

Setor	Endereço	Imagens do local	
		Relatório da ACFOR (2019)	Google Street View (2023)
7601	R. Alves Ribeiro, 258		
7601	R. Augusto Benevides, 175		
7601	R. Augusto Benevides, 1009		
7601	R. Augusto Benevides, 472		
7601	R. Cruzeiro, 2006		









Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (continua).

7601	R. Dom Lustosa, 354		
7601	R. Guilherme de Almeida, 571		
7601	R. Hariberto Onofre, 419		
7601	R. Jorge da Veiga, 107		
7601	R. Luciano Alves, 3192		


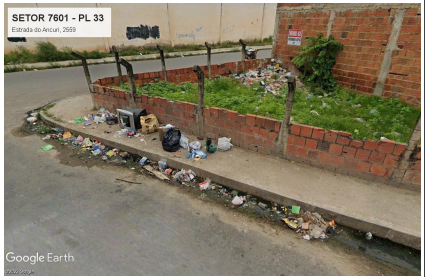



Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (continua).

7601	R. Mandacarus, 903		
7601	R. Jundiaí, 174	Sem imagem disponível.	
7601	R. Pedestre Quinze, 123		
7601	R. Iracema, 1111	Sem imagem disponível.	
7601	R. Ismael Silva, 481		

Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (continua).

7601	R. Cap. Porfírio, 127	Sem imagem disponível.	
7601	Estrada do Ancuri, 2559	Sem imagem disponível.	
7601	Av. Valparaíso, 875		
7601	R. Visconde de Bahia, 351	Sem imagem disponível.	
7601	Av. Valparaíso, 1793		

Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

Quadro 8 - Pontos de descarte sem rota de coleta especial urbana definida (conclusão).

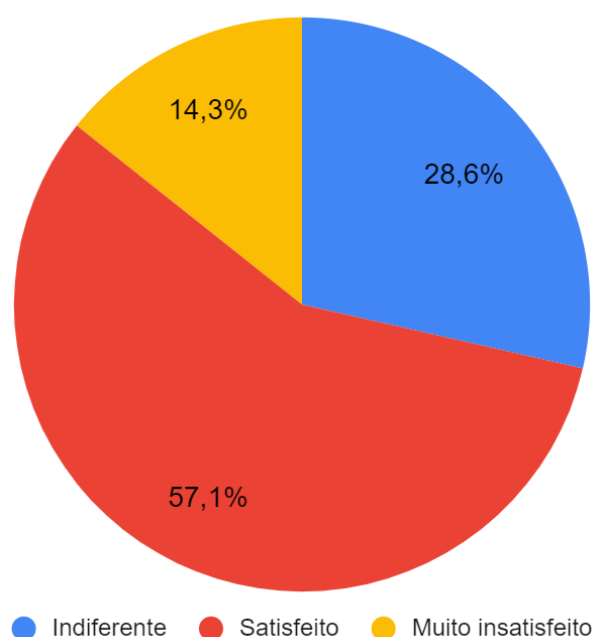
Setor	Endereço	Imagens do local	
		Relatório da ACFOR (2019)	Google Street View (2023)
7601	R. Antonio Pita, 391		
7602	Av. Pompilho Gomes x R. Oito		

Fonte: Elaboração Própria, com dados e imagens da ACFOR (2023) e Google Street View ®(2023).

4.1.3 Satisfação do usuário

A satisfação geral do usuário, em relação ao sistema de coleta regular de resíduos sólidos domiciliares especificamente, foi coletada a partir do questionário, na pergunta 8 da seção 2, como mostrado no Apêndice A, chegando no seguinte resultado, com respostas variando entre Muito Insatisfeito e Muito Satisfeito. Na figura 17, a qual mostra o gráfico de análise das respostas dos participantes, observa-se uma alta satisfação com o serviço prestado pela empresa concessionária, bastante relacionado à regularidade da coleta e pelo baixa ocorrência de problemas para realização desta. A parcela de respostas de muita insatisfação pode estar relacionada à detalhes na questão de regularidade de horários, como observado no tópico da análise deste fator.

Figura 17 - Análise do nível de satisfação geral com relação ao serviço de coleta domiciliar.



Fonte: Elaboração Própria.

4.2 Programas de Coleta Especial

4.2.1 Postos de coleta de recicláveis e resíduos especiais (PCR)

Segundo a SCSP (2023), pela Plataforma Fortaleza em Mapas, a Regional IX conta com 10 postos de coleta de recicláveis e resíduos especiais, sendo estes, em sua maioria, ecopontos do Programa Recicla Fortaleza, mas também há presença de outros programas na região, como mostrado no quadro 9.

Quadro 9 - Distribuição dos Postos de Coleta Especial da Regional IX (continua).

Bairro	Quantidade de PCRs	Endereço
Ancuri	0	
Barroso	3	Ecoponto Jardim Glória: Rua Beatriz, em frente ao número 385 Ecoponto Conj. João Paulo II: Rua 23, esquina com a rua K CRT: Sede da SER IX, Av. Jornalista Tomaz Coelho, 1650

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2023).

Quadro 9 - Distribuição dos Postos de Coleta Especial da Regional IX (continua).

Bairro	Quantidade de PCRs	Endereço
Cajazeiras	2	Ecoponto Cajazeiras: Rua Francisco José de Albuquerque Pereira (vizinho n. 414) Ilha Ecológica AGEFIS: Rua Francisco José Albuquerque Pereira, 414
Conj. Palmeiras	0	
Jangurussu	4	Ecoponto Santa Filomena: Rua Paraísoópolis, esquina com rua Domingos Alves Ribeiro Ecoponto Jangurussu: Avenida Castelo de Castro, 1207 - Esquina com a Rua Gergelim Ecoponto Sítio São João: Rua Vede 42, em frente ao número 287 Retorna Machine Cuca Jangurussu: Av. Gov. Leonel Brizola, s/n
Parque Santa Maria	0	
Pedras	1	Ecoponto Alameda das Palmeiras: Rua Palmeira Tamareira, esquina com rua Palmeira Oliveira

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2023).

Através dos dados da série histórica da massa de resíduos coletados - MRC, registradas no SNIS (2023), foi possível observar a contribuição dos ecopontos no recolhimento de entulho e materiais recicláveis, determinando a massa de resíduos coletados, como organizado na tabela 7.

Tabela 7 - Massa de resíduos coletados por ecoponto, em toneladas/ano (continua).

Nome do Ecoponto	MRC (2017)	MRC (2018)	MRC (2019)	MRC (2020)	MRC (2021)
Ecoponto Jangurussu	654,00	429,10	909,30	1516,10	1252,70
Ecoponto Sítio São João	0,00	414,40	1438,00	1751,40	1259,00
Ecoponto Cajazeiras	0,00	0,00	231,80	700,60	685,10
Ecoponto Jardim Glória	0,00	0,00	20,80	1252,60	475,90

Fonte: Elaboração Própria, com dados do SNIS(2023).

Tabela 7 - Massa de resíduos coletados por ecoponto, em toneladas/ano (continua).

Nome do Ecoponto	MRC (2017)	MRC (2018)	MRC (2019)	MRC (2020)	MRC (2021)
Ecoponto João Paulo II	0,00	0,00	0,00	1824,00	843,80
Ecoponto Santa Filomena	0,00	0,00	0,00	1584,20	826,80
Ecoponto Alameda das Palmeiras	0,00	0,00	0,00	0,00	25,60

Fonte: Elaboração Própria, com dados do SNIS(2023).

As células zeradas ilustram que a implantação do programa na regional aconteceu de maneira gradual: a cada ano, um novo ponto foi inaugurado e, assim, no ano seguinte, seus dados foram computados no SNIS. Já para os outros postos de coleta, visto que foram implementados há pouco tempo, ainda não há dados de massa de resíduo coletada a serem considerados.

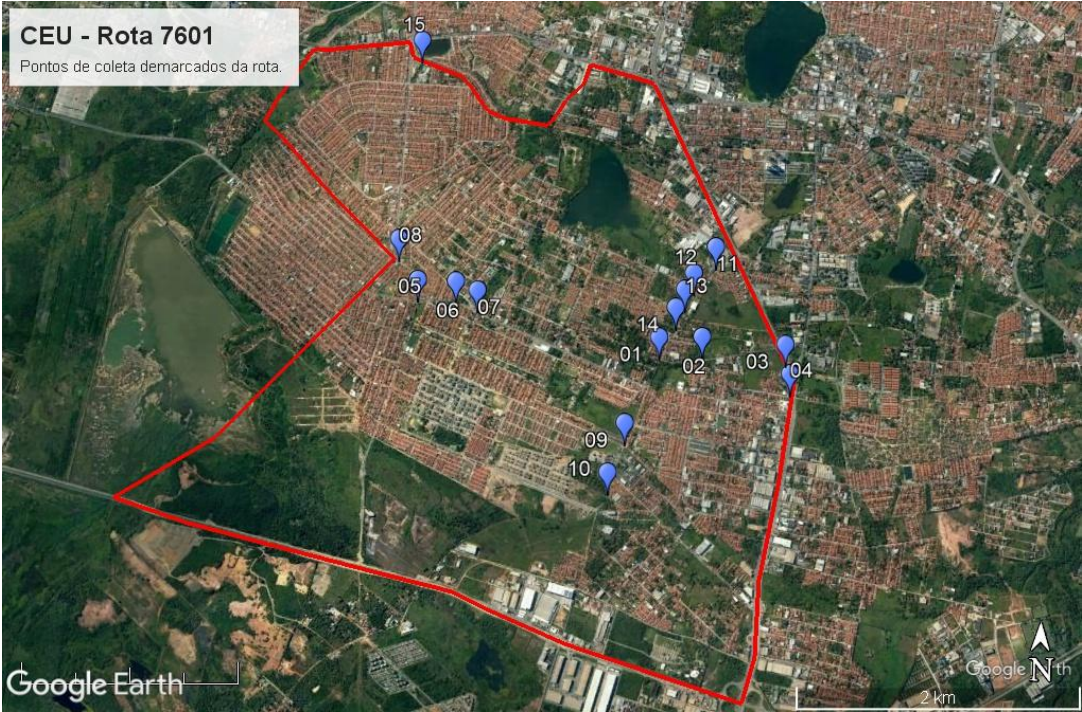
4.2.2 Operação Tira-Treco e Coleta Especial Urbana

Para a região de estudo, esta operação de retirada de resíduos de grande porte, como móveis e eletrodomésticos velhos, restos de madeira, ferragens e pneus, promovida pelo Programa Mais Fortaleza, ocorreu no dia 30 de setembro deste ano. Por ser um projeto muito recente, esta foi apenas a segunda vez que foi realizada na área estudada, sendo a primeira operação feita no dia 6 de maio. Assim, ainda não há dados suficientes sobre quantidade e categorização dos resíduos coletados ou sobre a participação efetiva dos moradores próximos ao roteiro realizado. Nas duas ocasiões, o veículo coletor realizou a rota descrita no anexo D, a qual foi disponibilizada nas redes sociais da PMF.

No caso da coleta especial urbana, a base de dados públicos ainda encontra-se desatualizada no que se refere a abrangência dos setores de coleta. De acordo com o relatório mais recente, elaborado pela ACFOR em 2019, existem as seguintes rotas, ilustradas pelas figuras 18 a 20 e seus respectivos pontos detalhados nos quadros 10 a 12.



- Rota 7601: Jangurussu, Conj. Palmeiras, Parque Santa Maria e Ancuri.

Figura 18 - Rota de Coleta Especial Urbana 7601.



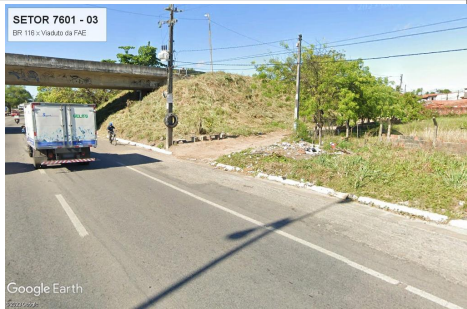




Fonte: Imagem extraída do software Google Earth®, em 31 out. 2023, com dados da ACFOR (2023).

Quadro 10 - Pontos de coleta da rota 7601 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
1	Av. Dionísio Leonel Alencar x R. Augusto Benevides, 1691.	SEG-QUA-SEX	
2	R. Augusto Benevides x R. Honorino Maia.	SEG-QUA-SEX	






Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2023) e imagens do Google Street View ®(2023).

Quadro 10 - Pontos de coleta da rota 7601 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
3	BR 116 x Viaduto da FAE.	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7601 - 03 BR 116 x Viaduto da FAE</p> <p>Google Earth</p>
4	BR 116 x R. Cap. Herminio, 18.	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7601 - 04 BR 116 x R. Cap. Herminio</p> <p>Google Earth</p>
5	Av. Valparaíso x Rua Catolé, 2051.	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7601 - 05 Av. Valparaíso x Rua Catolé</p> <p>Google Earth</p>
6	Av. Valparaíso x Av. B (Ponto da CAGECE).	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7601 - 06 Av. Valparaíso x Av. B (Ponto da CAGECE)</p> <p>Google Earth</p>
7	Av. Valparaíso x R. Verde Sete.	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7601 - 07 Av. Valparaíso x R. Verde Sete</p> <p>Google Earth</p>




Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2023) e imagens do Google Street View ®(2023).

Quadro 10 - Pontos de coleta da rota 7601 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
8	Av. Castelo de Castro x R. do Consolo (Posto de Gasolina).	TER-QUI-SAB	<p>SETOR 7601 - 08</p> <p>Av. Castelo de Castro x R. do Consolo (Posto de Gasolina)</p>  <p>Google Earth</p>
9	Av. Dionísio Leonel Alencar x R. 44.	TER-QUI-SAB	<p>SETOR 7601 - 09</p> <p>Av. Dionísio Leonel Alencar x R. 44</p>  <p>Google Earth</p>
10	Av. Dionísio Leonel Alencar x Tv. Monteiro.	TER-QUI-SAB	<p>SETOR 7601 - 10</p> <p>Av. Dionísio Leonel Alencar x Tv. Monteiro</p>  <p>Google Earth</p>
11	Av. Dionísio Leonel Alencar, 977 x R. Francisco Marto de Araújo.	TER-QUI-SAB	<p>SETOR 7601 - 11</p> <p>Av. Dionísio Leonel Alencar x R. Francisco Marto de Araújo</p>  <p>Google Earth</p>
12	Av. Dionísio Leonel Alencar, 1116 x R. Prof. José Milton.	TER-QUI-SAB	<p>SETOR 7601 - 12</p> <p>Av. Dionísio Leonel Alencar x R. Prof. José Milton</p>  <p>Google Earth</p>

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View ® (2023).

Quadro 10 - Pontos de coleta da rota 7601 (conclusão).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
13	Av. Dionísio Leonel Alencar x R. Visconde da Bahia.	TER-QUI-SAB	 <p>SETOR 7601 - 13 Av. Dionísio Leonel Alencar x R. Visconde da Bahia</p> <p>Google Earth</p>
14	Av. Dionísio Leonel Alencar x R. Nunes Feijó.	TER-QUI-SAB	 <p>SETOR 7601 - 14 Av. Dionísio Leonel Alencar x R. Nunes Feijó</p> <p>Google Earth</p>
15	Av. Contorno Leste (Canal de Frente ao Cuca).	TER-QUI-SAB	 <p>SETOR 7601 - 15 Av. Contorno Leste (Canal de CUCA Janguruçu)</p> <p>Google Earth</p>

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View ® (2023).

- Rota 7602: Barroso.

Figura 19 - Rota de Coleta Especial Urbana 7602.



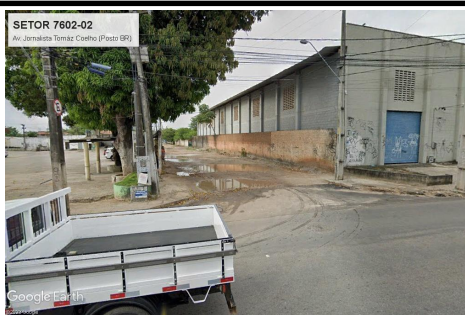
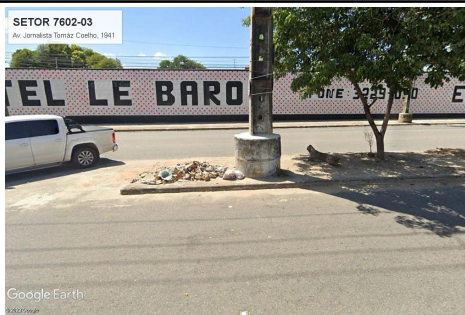
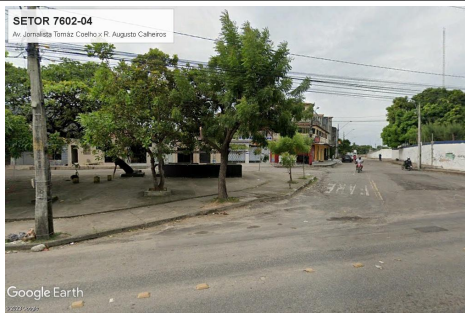


Fonte: Imagem extraída do software Google Earth®, em 31 out. 2023, com dados da ACFOR (2023).

Quadro 11 - Pontos de coleta da rota 7602 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
1	Av. Jornalista Tomaz Coelho (Entre R. Rosita e R. Mucambinho)	Diário	<p>SETOR 7602-01</p> <p>Av. Jornalista Tomaz Coelho (Entre R. Rosita e R. Mucambinho)</p> <p>A imagem mostra uma rua asfaltada com uma faixa de pedestres e uma faixa de ônibus. Há alguns carros estacionados e um ônibus branco em movimento. O céu é nublado.</p>

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View® (2023).

Quadro 11 - Pontos de coleta da rota 7602 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
2	Av. Jornalista Tomaz Coelho (Posto BR)	Diário	 <p>SETOR 7602-02 Av. Jornalista Tomaz Coelho (Posto BR)</p>
3	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 1941	Diário	 <p>SETOR 7602-03 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 1941</p>
4	Av. Jornalista Tomaz Coelho x R. Augusto Calheiros	Diário	 <p>SETOR 7602-04 Av. Jornalista Tomaz Coelho x R. Augusto Calheiros</p>
5	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2116	Diário	 <p>SETOR 7602-05 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2116</p>
6	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2229	Diário	 <p>SETOR 7602-06 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2229</p>


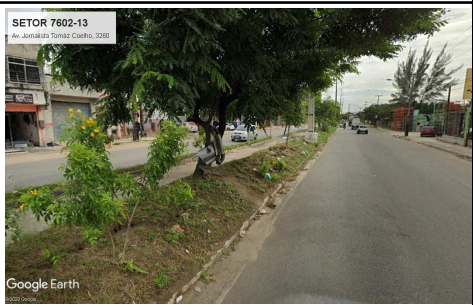



Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View® (2023).

Quadro 11 - Pontos de coleta da rota 7602 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
7	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2248	Diário	 <p>SETOR 7602-07 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2248</p> <p>Google Earth</p>
8	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2329	Diário	 <p>SETOR 7602-08 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2329</p> <p>Google Earth</p>
9	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2554	Diário	 <p>SETOR 7602-09 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2554</p> <p>Google Earth</p>
10	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2590	Diário	 <p>SETOR 7602-10 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2590</p> <p>Google Earth</p>
11	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2589	Diário	 <p>SETOR 7602-11 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2589</p> <p>Google Earth</p>


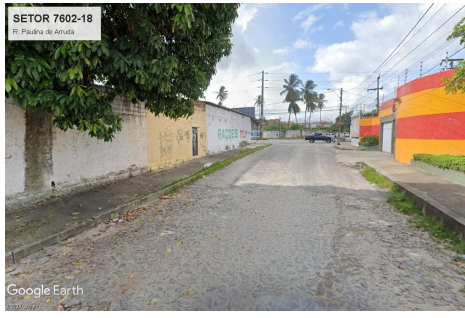
Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View® (2023).

Quadro 11 - Pontos de coleta da rota 7602 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
12	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2670	Diário	 <p>SETOR 7602-12 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 2670</p> <p>Google Earth</p>
13	Av. Jornalista Tomaz Coelho, 3260	Diário	 <p>SETOR 7602-13 Av. Jornalista Tomaz Coelho, 3260</p> <p>Google Earth</p>
14	Av. Presidente Costa e Silva x R. 177 (Ponto da Antena)	Diário	 <p>SETOR 7602-14 Av. Presidente Costa e Silva x R. 177 (Ponto da Antena)</p> <p>Google Earth</p>
15	Av. Presidente Costa e Silva, 3343	Diário	 <p>SETOR 7602-15 Av. Presidente Costa e Silva, 3343</p> <p>Google Earth</p>
16	Av. Presidente Costa e Silva, 3261	Diário	 <p>SETOR 7602-16 Av. Presidente Costa e Silva, 3261</p> <p>Google Earth</p>

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View® (2023).

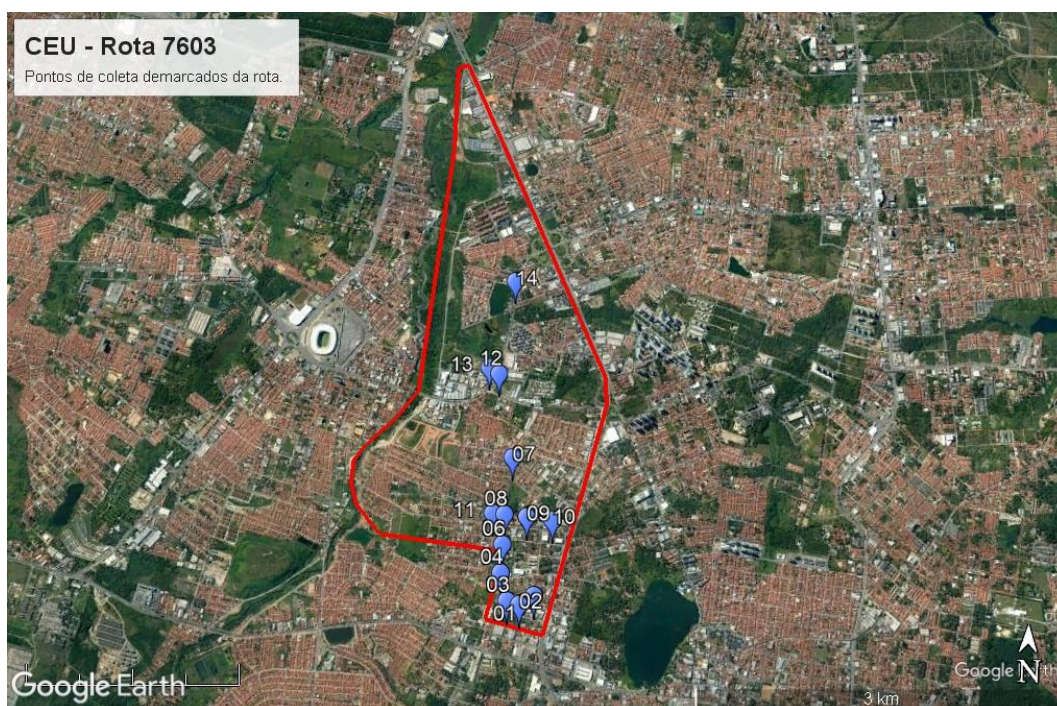
Quadro 11 - Pontos de coleta da rota 7602 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
17	Av. Presidente Costa e Silva x R. 109 (Canal)	Diário	
18	R. Paulina de Arruda (Motel Le Baron)	QUI-SÁB	

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View® (2023).

- Rota 7603: Cajazeiras.

Figura 20 - Rota de Coleta Especial Urbana 7603.






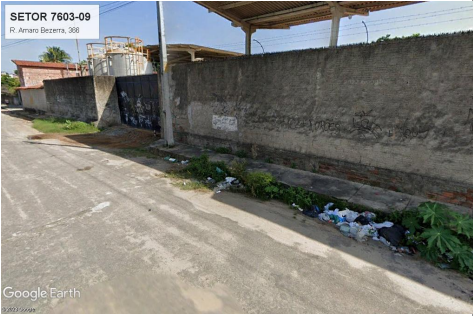

Fonte: Imagem extraída do software Google Earth®, em 31 out. 2023, com dados da ACFOR (2023).

Quadro 12 - Pontos de coleta da rota 7603 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
1	R. Augusto Calheiros x R. Rosita	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7603-01 R. Augusto Calheiros x R. Rosita</p> <p>Google Earth</p>
2	R. Mucambinho x R. Manuel Arruda	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7603-02 R. Mucambinho x R. Manuel Arruda</p> <p>Google Earth</p>
3	R. Francisco Nepomuceno x R. Manuel Arruda	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7603-03 R. Francisco Nepomuceno x R. Manuel Arruda</p> <p>Google Earth</p>
4	R. Geraldo Soares x R. Cléia	SEG-QUA-SEX	 <p>SETOR 7603-04 R. Geraldo Soares x R. Cléia</p> <p>Google Earth</p>
5 (PE)	R. Maximiano Barreto x R. Maria Perdigão	TER-QUI-SAB	 <p>SETOR 7603-05 (PE) R. Maximiano Barreto x R. Maria Perdigão</p> <p>Google Earth</p>



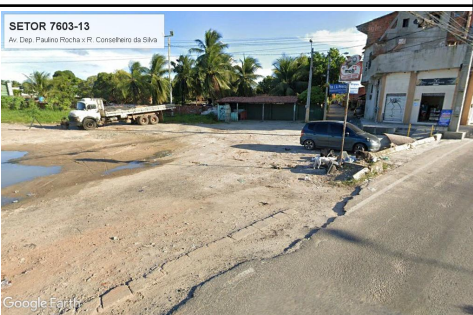
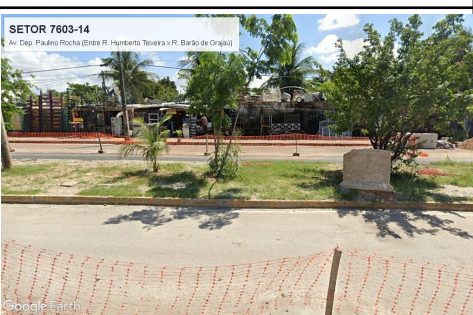
Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View® (2023).

Quadro 12 - Pontos de coleta da rota 7603 (continua).

ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
6	R. Maria Perdigão, 295 A	TER-QUI-SAB	 <p>SETOR 7603-06 R. Maria Perdigão, 295 A</p> <p>Google Earth</p>
7	Av. Waldemar Paula Lima x R. Francisca Bezerra Lima	TER-QUI-SAB	 <p>SETOR 7603-07 Av. Waldemar Paula Lima x R. Francisca Bezerra Lima</p> <p>Google Earth</p>
8	R. Amaro Bezerra x R. Maria Perdigão	Diário	 <p>SETOR 7603-08 R. Amaro Bezerra x R. Maria Perdigão</p> <p>Google Earth</p>
9	R. Amaro Bezerra, 366	Diário	 <p>SETOR 7603-09 R. Amaro Bezerra, 366</p> <p>Google Earth</p>
10	R. Amaro Bezerra x R. Rosita	Diário	 <p>SETOR 7603-10 R. Amaro Bezerra x R. Rosita</p> <p>Google Earth</p>

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View® (2023).

Quadro 12 - Pontos de coleta da rota 7603 (conclusão).

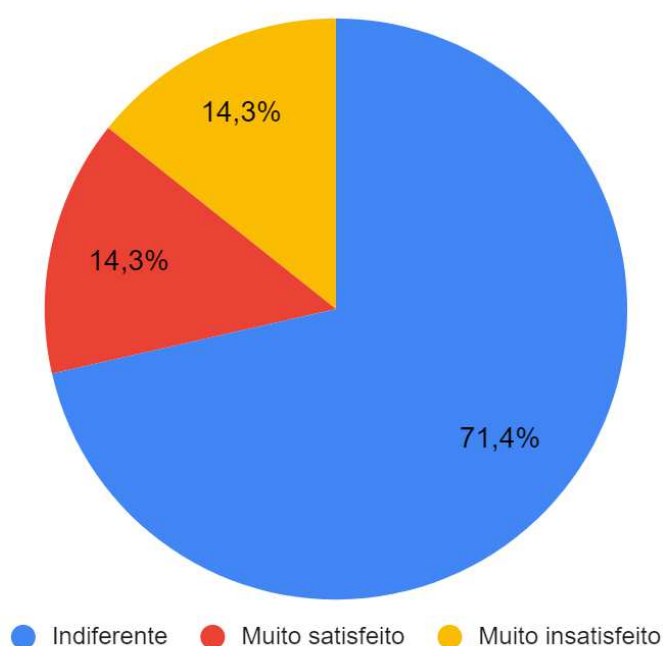
ID	Endereço	Cronograma de coleta	Imagem do local
11	R. Amaro Bezerra x Av. Waldemar de Paula Lima	Diário	 <p>SETOR 7603-11 R. Amaro Bezerra x Av. Waldemar de Paula Lima</p>
12	R. Flores (Ponto da SEUMA)	Diário	 <p>SETOR 7603-12 R. Flores (Ponto da SEUMA)</p>
13	Av. Dep. Paulino Rocha x R. Conselheiro da Silva	Diário	 <p>SETOR 7603-13 Av. Dep. Paulino Rocha x R. Conselheiro da Silva</p>
14	Av. Dep. Paulino Rocha (Entre R. Humberto Teixeira x R. Barão de Grajaú)	Diário	 <p>SETOR 7603-14 Av. Dep. Paulino Rocha (Entre R. Humberto Teixeira x R. Barão de Grajaú)</p>

Fonte: Elaboração Própria, com dados da ACFOR (2019) e imagens do Google Street View® (2023).

4.2.3 Satisfação do usuário

Em relação aos programas de coleta especial, estes foram os seguintes resultados de satisfação, ilustrados pelas figuras 21 e 22, relacionadas respectivamente ao nível de satisfação geral e o nível de aproveitamento ou usabilidade do serviço fornecido.

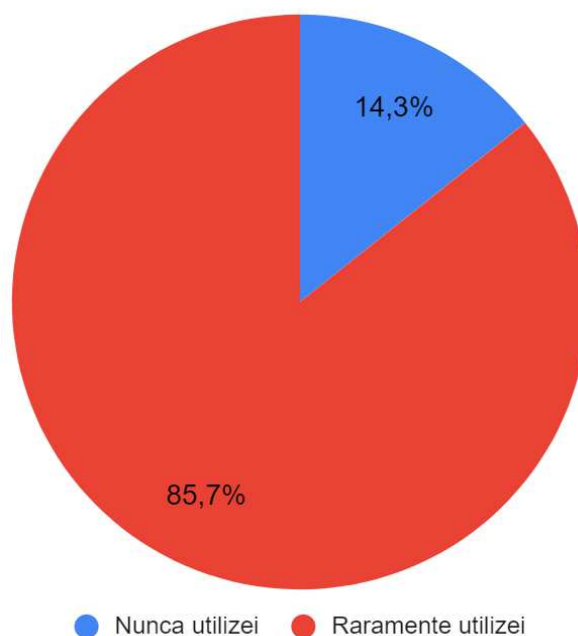
Figura 21 - Análise do nível de satisfação geral com relação aos programas de coleta especial.



Fonte: Elaboração Própria.

O alto índice de indiferença é explicado pela baixa adesão dos moradores pesquisados aos programas existentes, mesmo que haja a presença dos equipamentos. Por exemplo, enquanto que 100% dos participantes da pesquisa conhecem o Programa Recicla Fortaleza, apenas 14,29% conheciam outros programas como Retorna Machine e PEVs, e os mais recentes, como os Centros de Recondicionamento Tecnológico e Operação Tira-Treco não obtiveram reconhecimento público. Apesar do conhecimento da existência de alguns dos programas, a utilização dos equipamentos relacionados a estes também mostrou-se baixa, como ilustrado no gráfico a seguir.

Figura 22 - Análise da utilização dos equipamentos e serviços públicos de coleta de resíduos especiais.



Fonte: Elaboração Própria

Isto pode significar diversos problemas dentro da estrutura de divulgação e acessibilidade destas instalações. Entretanto, como muitas delas são de implementação mais recente, faz-se necessário esperar mais alguns anos para determinar as reais causas dessa baixa adesão.

5 CONCLUSÃO

Após examinar os diferentes dados relativos à coleta de resíduos sólidos urbanos nos bairros pertencentes à área administrativa da Secretaria Executiva Regional IX, considerando tanto suas particularidades quanto a perspectiva dos usuários, o qual foi o cerne deste trabalho, foi observado que, durante as gestões municipais mais recentes, o sistema de coleta de resíduos sólidos apresentou progresso significativo, não apenas no que diz respeito à coleta domiciliar, mas também na coleta de resíduos especiais.

A partir do estudo realizado, foi possível observar que a organização da estrutura de coleta regular existente é suficiente para o nível de geração de resíduos da região, mesmo com o aumento desta taxa, impulsionado a partir do aumento populacional e do desenvolvimento socioeconômico da região. O arranjo sistemático dos circuitos de coleta, com cronogramas pré-definidos e de conhecimento público resultaram em redução na quantidade de pontos de descarte irregular, embora o sistema não seja infalível e sofra com inconsistências causadas por fatores externos, como desalinhamento de informações e problemas na infraestrutura dos bairros.

Ao longo da investigação feita, foi encontrado uma considerável composição organizacional de coleta disponibilizada para o público da área de estudo. Além da coleta domiciliar estruturada, foram implementados, ao longo da última década, diversos equipamentos para coleta seletiva, com o objetivo de popularizar e democratizar as ideias de sustentabilidade e responsabilidade ambiental, principalmente, nas regiões periféricas, como no caso da regional IX.

Ainda que ocorra falhas, a população avaliadora mostra-se satisfeita com o serviço concedido e percebe as melhorias realizadas, principalmente em questão da regularidade e assiduidade dos veículos de coleta. A boa percepção geral reflete os esforços da empresa concessionária e dos órgãos municipais fiscalizadores para justificar a cobrança da taxa de manejo de RSU. O principal desafio atual das secretarias e dos agentes públicos responsáveis é atrair a população para um maior aproveitamento das instalações recentemente implantadas. Notou-se que, com exceção do Programa Recicla Fortaleza, a maior parte dos moradores não estão sendo atingidos pelas atividades dentro do âmbito da coleta seletiva, ainda que haja divulgação em massa pelos canais de comunicação tanto tradicionais quanto digitais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. A. **Logística reversa e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos**: um panorama da realidade brasileira. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/36357/1/2016_tcc_laabreu.pdf. Acesso em: 8 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **endereco_ecopontos.csv**: Endereços ecopontos. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/endereco-ecopontos>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **relat.coletadomiciliar-2020.csv**: coleta domiciliar de resíduos sólidos de Fortaleza - 2020. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/coleta-domiciliar-residuos-solidosfortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **relat.coletadomiciliar-2021.csv**: coleta domiciliar de resíduos sólidos de Fortaleza - 2021. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/coleta-domiciliar-residuos-solidosfortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **relat.coletadomiciliar-2022.csv**: coleta domiciliar de resíduos sólidos de Fortaleza - 2022. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/coleta-domiciliar-residuos-solidosfortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **rs-2022.csv**: Resíduos Sólidos de Fortaleza - 2022. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/residuos-solidos-fortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **rs-2021.csv**: Resíduos Sólidos de Fortaleza - 2021. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/residuos-solidos-fortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **rs-2019.csv**: Resíduos Sólidos de Fortaleza - 2019. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/residuos-solidos-fortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **rs-2018.csv**: Resíduos Sólidos de Fortaleza - 2018. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/residuos-solidos-fortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **rs-2017.csv**: Resíduos Sólidos de Fortaleza - 2017. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/residuos-solidos-fortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **rs-2016.csv**: Resíduos Sólidos de Fortaleza - 2016. Fortaleza, 2023. Excel for Windows 10. Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/residuos-solidos-fortaleza>. Acesso em: 4 set. 2023.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Pontos de Lixo + CEU.kmz**: Pontos de Lixo em Fortaleza - 2021. Fortaleza, 2023. Google Earth Pro. Disponível em: <https://cloudpmf.fortaleza.ce.gov.br/index.php/s/0zY3YmXEFKleoWy/download>. Acesso em: 4 set. 2023.

ALEXANDRE, A. R. A.; GARCIA, H. R. de M.; AQUINO, M. D. de. Análise de Indicadores do SNIS para validação dos ecopontos em Fortaleza/Ceará. *In*: SEABRA, G. (org.) **Educação ambiental: o desenvolvimento sustentável na economia globalizada**. Ituiutaba: Barlavento, 2020. p.744-756.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BARBOSA, R. P.; IBRAHIM, F. I. D.. Resíduos do Desenvolvimento. *In*: BARBOSA, R. P.; IBRAHIM, F. I. D. **Resíduos Sólidos - Impactos, Manejo e Gestão Ambiental**. São Paulo: Editora Érica, 2014. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536521749/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 29 ago. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 23 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento; e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 23 jun. 2023.

CARVALHO, M. L. F. de. **Políticas de gestão dos resíduos sólidos domiciliares na cidade de Fortaleza/Ceará: avanços e desafios.** 2016. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

CASTRO, L. B. **Avaliação do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares em cidade de médio porte utilizando sistemas de informações geográficas e receptores do sistema de posicionamento por satélite.** 2006. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14127/1/AvaliacaoServicoColeta.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2023.

CAVALCANTE, C. L. A. **Coleta seletiva de resíduos sólidos no município de Fortaleza-CE.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/31179/1/2016_tcc_clacavalcante.pdf. Acesso em: 31 ago. 2023.

CEARÁ. **Plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos: Região Metropolitana de Fortaleza A.** Fortaleza, CE: Secretaria de Meio Ambiente, [2018]. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2018/12/PLANO-RMF-A.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2023.

CONTROLADORIA E OUVIDORIA GERAL DO ESTADO (Ceará). **Manual de avaliação dos serviços públicos.** 1 ed. Fortaleza: CGE, 2021. Disponível em: <https://www.cge.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/20/2021/12/Manual-de-Avaliacao-de-Servicos-Publicos.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2023.

CORREIA, V. M. S.; AQUINO, M. D. de; CORREIA, M. L. V. Gerenciamento de resíduos sólidos – Estudo de caso. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 30., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABES, 2019. p. 1-6. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/55357/1/2019_eve_vmscorreia.pdf. Acesso em: 28 ago. 2023.

COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F. da. Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de Salinas, Minas Gerais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 3, n. 2, 2012. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/ESS2179-6858.2012.002.0005/22>. Acesso em: 30 ago. 2023.

CRUZ JÚNIOR, F. R. **A política pública de resíduos sólidos do município de Fortaleza-CE: avaliação do programa e-carroceiro no Ecopolo da Av. Leste Oeste**. 2021. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

D'ALKMIN TELLES, D. Caracterização e classificação dos resíduos sólidos e rejeitos. In: D'ALKMIN TELLES, D. **Resíduos sólidos: gestão responsável e sustentável**. São Paulo: Editora Blucher, 2022. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555061055/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

FORTALEZA. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Fortaleza Estado do Ceará**. Fortaleza, CE: ACFOR, [2012]. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/plano_municipal_de_gesto_integrada_de_residuos_solidos_de_fortaleza.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

GALDINO, S. de J.; MARTINS, C. H.; SILVA, E. S. A disposição final inadequada de resíduos sólidos urbanos. In: BENINI, S. M.; BENINI, E. M.; SILVA, A. C. da. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 1. ed. Tupã: ANAP, 2016. p. 52-68. Disponível em: <https://www.repositoriobib.ufc.br/00006a/00006aaf.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

GARCIA, H. R. de M.; ALEXANDRE, A. R. A; AQUINO, M. D.; FREITAS, P. L. M de. Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares no município de Fortaleza/CE, Brasil. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: investigación, desarrollo y práctica**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 608-622, Ago. 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61752/1/2021_art_hrdemgarcia.pdf. Acesso em: 23 ago. 2023.

GARCIA, J. P. R. **Análise de índices físicos e propriedades geotécnicas de aterros sanitários da região nordeste do Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/72059/3/2020_tcc_jprgarcia.pdf. Acesso em: 25 ago. 2023.

G1. **Fortaleza passa a ser divida (sic) em 12 regiões, em vez de sete regiões administrativas**. Ceará, 2021. 1 gravura. Disponível em:

<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2021/01/06/12-regionais-de-fortaleza-confira-a-nova-divisao-da-capital-cearense.ghtml>. Acesso em: 23 set. 2023.

HEMPE, C.; CUELLAR NOGUERA, J. O. A educação ambiental e os resíduos sólidos urbanos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 5, n. 5, p. 682-695, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/4117/2798>. Acesso em: 31 ago. 2023.

HENDGES, A. S. Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. *In: Blog MATS - materiais e tecnologias sustentáveis*. Disponível em: <https://wordpress.ft.unicamp.br/mats/composicao-gravimetrica-dos-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-artigo-de-antonio-silvio-hendges/>. Acesso em: 31 ago. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Fortaleza: Panorama**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>. Acesso em 4 set. 2023.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MATTOS, R. M. M.; BRAGA, R. M. Q. L. Auditoria operacional no sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares no município de Castanhal-Pará. *In: INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS (org.). 15 anos de auditoria em resíduos sólidos urbanos*. 1 ed. Cuiabá: Carlini & Caniato Editorial, 2021. p. 84-99. Disponível em: <https://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2021/11/IBRAOP-15-anos-de-Auditoria-em-Resi%CC%81duos-So%CC%81lidos-Urbanos-e-book.pdf>. Acesso em: 29 set. 2023.

MOURA, M. [**Sem título**]. 08 nov. 2021. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeitura-de-fortaleza-ja-recolheu-mais-de-5-05-mil-toneladas-de-lixo-domiciliar-neste-ano>. Acesso em: 4 set. 2023.

MUELLER, M. O lixo. *In: MUELLER, M. O ato interpretativo na crônica: uma leitura de O Lixo de Luis Fernando Veríssimo*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Letras Português e Espanhol) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2017. p. 5. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2498/1/MUELLER.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2023.

NOGUEIRA, R. Confira locais para descarte correto de lixo em Fortaleza. **Câmara Municipal de Fortaleza**. Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.cmfor.ce.gov.br/2023/05/22/confira-locais-para-descarte-correto-de-lixo-e-m-fortaleza/>. Acesso em: 14 set. 2023.

OLIVEIRA, W. C. **Uma análise da aplicação da legislação de resíduos sólidos da cidade de Fortaleza**. 2018. Monografia (Bacharelado em Direito) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/34171/1/2018_tcc_wcoliveira.pdf. Acesso em: 01 set. 2023.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.. Modelos de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos: a importância dos catadores de materiais recicláveis no processo de gestão ambiental. In: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A.. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013. p. 149-172. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/bxj5n/pdf/lira-978578792824.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

PIANOWSKI, S. M. **Logística reversa de embalagens em atendimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos: estudos de caso da Alemanha e do Brasil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/37008>. Acesso em: 8 set. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Divulgação da Operação Tira-Treco**. Fortaleza. 27 set. 2023. Instagram: @prefeituradefortaleza. Disponível em: https://www.instagram.com/p/Cxth7g4Ln1k/?img_index=1. Acesso em: 6 out. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Entenda a nova territorialização administrativa de Fortaleza**. Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/entenda-a-nova-territorializacao-administrativa-de-fortaleza>. Acesso em: 23 set. 2023.

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE. Taxa de crescimento da população. In: ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (org.). **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. 2 ed. Brasília: OPAS, 2008. p. 62-63. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/livroidb/2ed/indicadores.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

SANTAELLA, S. T. *et al.* **Resíduos sólidos e a atual política ambiental brasileira**. Fortaleza: UFC, 2014. 232 p. *E-book*. Disponível em: <https://www.repositoriobib.ufc.br/000011/00001121.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SANTOS, G. O. **Resíduos Sólidos e Aterros Sanitários: em busca de um novo olhar**. Recife: Imprima, 2016. 80 p.

SILVA, C. A. da. **Gerenciamento de Resíduos**. Curitiba: IFPR, 2013. 140 p. Disponível em: <https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1378/Gerenciamento%20de%20Residuos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SILVA, É V.; PEREIRA, A. L. F. F. Diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos na cidade de Meruoca – Ceará (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**.

Recife, v. 8, n. 3. p. 232-247, 2020. Disponível em:
<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/397>.
 Acesso em: 26 ago. 2023.

SILVA, M. S. **Resíduos sólidos urbanos: uma avaliação da política pública no Ceará a partir da experiência com consórcios públicos**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Ceará. Fortaleza, 2021. Disponível em:
https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/59152/5/2021_dis_mssilva.pdf. Acesso em: 01 set. 2023.

SILVA, T. **Lixão do Jangurussu às margens do Rio Cocó**. 19 out. 2016. 1 fotografia. Disponível em:
<https://medium.com/@integracaoestacio/ap%C3%B3s-18-anos-de-desativa%C3%A7%C3%A3o-antigo-lix%C3%A3o-do-jangurussu-ainda-deixa-consequ%C3%A2ncias-da8d177eed9>. Acesso em: 25 set. 2023.

SISTEMA DE MONITORAMENTO DIÁRIO DE AGRAVOS (Fortaleza). **População consolidada por bairro segundo a faixa etária, Fortaleza, 2021-2022****. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://simda.sms.fortaleza.ce.gov.br/simda/populacao/faixa>. Acesso em: 14 set. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (Brasil). **Série Histórica**. Brasília, 2021. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 13 out. 2023.

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. **Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Brasília: IPEA, 2020. Disponível em:
<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 26 jun. 2023.

TADEU, H. F. B. et al. **Logística reversa e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO DE AVALIAÇÃO DO USUÁRIO

Disponibilizado eletronicamente pelo link <https://forms.gle/RFnCMwo7XT75G8jB9>

Seção 1: Perfil do Participante da Pesquisa.

1. Digite seu nome completo.
2. Digite seu telefone ou e-mail (este dado será apenas usado como confirmação de identidade).
3. Escolha o bairro da SER IX de sua residência:
 - () Cajazeiras
 - () Barroso
 - () Jangurussu
 - () Parque Santa Maria
 - () Conjunto Palmeiras
 - () Pedras
 - () Ancuri
4. Qual é o nome da via (rua, avenida etc.) onde sua residência está localizada?
5. Sua residência está isenta da taxa de manejo de resíduos sólidos?
 - () Sim
 - () Não
6. Quantas pessoas moram na sua residência?
 - () 1
 - () 2
 - () 3
 - () 4
 - () 5
 - () Outros
7. Em média, quantos quilos de resíduo sólido são descartados pela sua residência por dia?
 - () abaixo de 500 g
 - () entre 500 g e 1,0 kg
 - () entre 1,0 kg e 1,5 kg
 - () entre 1,5 kg e 2,0 kg
 - () acima de 2,0 kg

Seção 2: Questionário sobre o serviço de Coleta Regular de Resíduos**Domiciliares.**

1. Sua residência é servida pelo serviço de coleta regular de resíduos sólidos domiciliares administrado pela concessionária municipal?

() Sim

() Não

2. Se sua resposta anterior foi "não", como é realizada a coleta regular de lixo da sua residência?

() serviço de coleta privado

() coletores de cooperativa

() catadores informais

() descarte em ponto irregular de lixo

3. Qual é a escala de coleta da sua residência?

() segunda, quarta e sexta

() terça, quinta e sábado

() não há escala de coleta

4. Em qual turno é realizada a coleta regular domiciliar?

() Manhã (entre 6 e 12:00)

() Tarde (entre 12:00 e 18:00)

() Noite (entre 18:00 e 23:59)

() Madrugada (entre 00:00 e 5:59)

() Não há turno definido

5. Geralmente, qual destes modais é utilizado na coleta regular?

() Caminhão compactador

() Microcoletor

() Moto Gari

() Gari Comunitário

() Outros

6. Como você classificaria a assiduidade do serviço de coleta domiciliar, em relação a regularidade dos dias de serviço?

() Ótima (sempre ou quase sempre, realizam a coleta nos dias delimitados).

() Boa (geralmente, realizam a coleta nos dias delimitados).

() Regular (poucas vezes, deixam de realizar a coleta nos dias delimitados).

() Ruim (muitas vezes, deixam de realizar a coleta nos dias delimitados).

() Péssima (sempre ou quase sempre, deixam de realizar a coleta nos dias delimitados).

7. Como você classificaria a assiduidade do serviço de coleta domiciliar, em relação a regularidade do horário de serviço?

() Ótima (sempre ou quase sempre, realizam a coleta no turno definido).

() Boa (geralmente, realizam a coleta no turno definido).

() Regular (poucas vezes, deixam de realizar a coleta no turno definido).

() Ruim (muitas vezes, deixam de realizar a coleta no turno definido).

() Péssima (sempre ou quase sempre, deixam de realizar a coleta no turno definido).

8. Qual é o seu nível de satisfação geral com o serviço de coleta domiciliar?

() Muito insatisfeito

() Insatisfeito

() Indiferente

() Satisfeito

() Muito satisfeito

Seção 3: Questionário sobre os Programas de Coleta Especial

1. Já utilizou algum serviço especial de coleta, tanto público como privado?

() Sim, serviço público

() Sim, serviço privado

() Sim, ambos

() Não

2. Geralmente, qual tipo de material você descarta por meio da coleta especial?

() Entulho de construção civil

() Materiais recicláveis (papel, plástico, metal, vidro)

() Móveis

() Restos de capina ou poda de plantas

() Eletrodomésticos e/ou eletroeletrônicos

() Outros

3. Quais dos seguintes programas municipais de coleta especial você conhece?

() Ecopontos (Programa Recicla Fortaleza)

() Pontos de Entrega Voluntária (PEV) e Retorna Machine

() Centro de Recondicionamento Tecnológico (CRT)

- ☐ Ilhas ecológicas
 - ☐ Programa Re-ciclo
 - ☐ Operação Tira-Treco
 - ☐ Nenhuma das alternativas
 - ☐ Outros
4. Com qual frequência você faz uso de algum destes equipamentos?
- ☐ Nunca utilizei
 - ☐ Raramente utilizei
 - ☐ De vez em quando
 - ☐ Utilizo consideravelmente
 - ☐ Frequentemente utilizo
5. Qual é o seu nível de satisfação geral em relação aos programas de coleta especial?
- ☐ Muito insatisfeito
 - ☐ Insatisfeito
 - ☐ Indiferente
 - ☐ Satisfeito
 - ☐ Muito satisfeito

Seção 4: Questionário não obrigatório sobre os Programas de Logística

Reversa

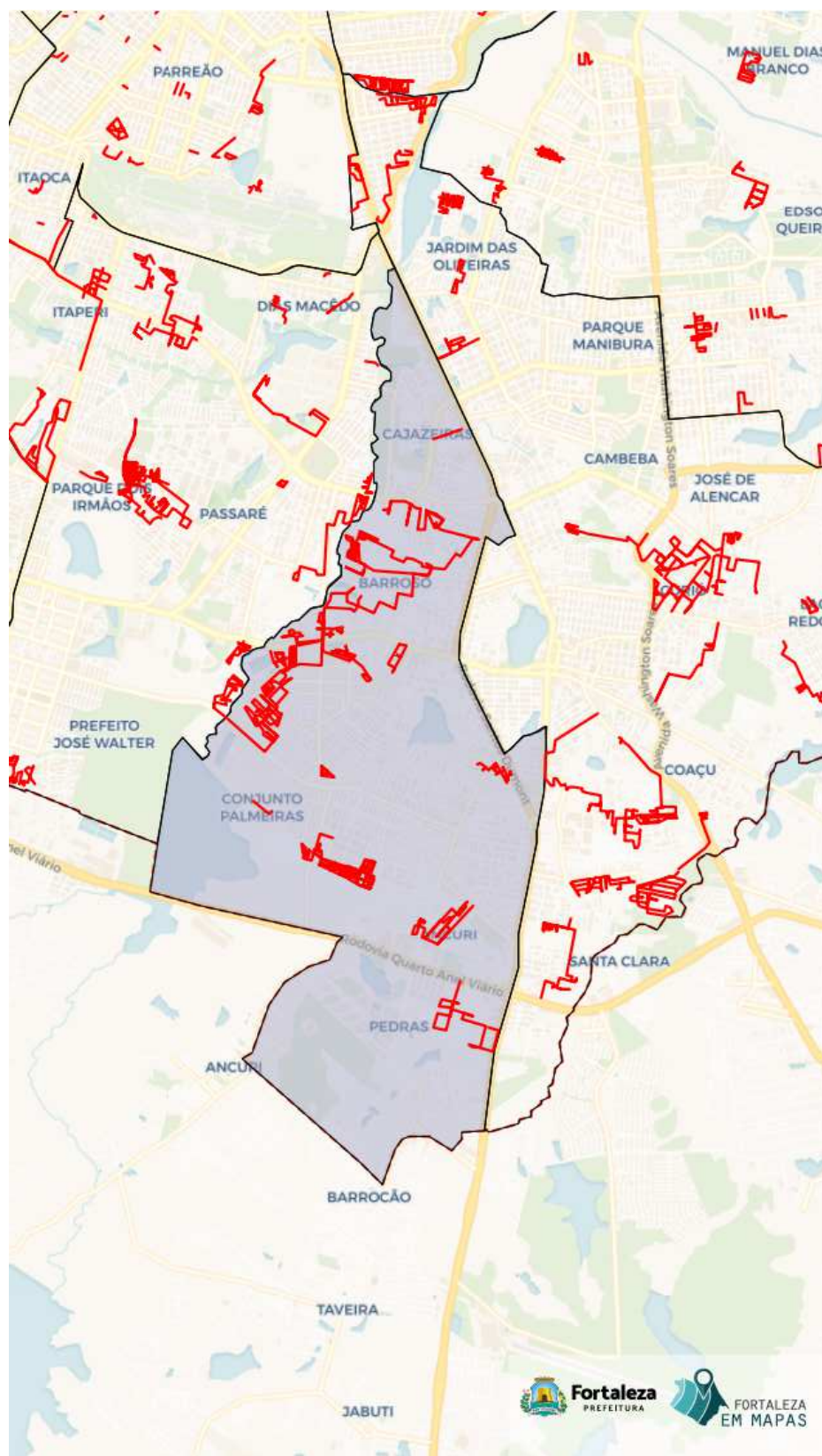
1. Você conhece e/ou já utilizou de serviços de logística reversa?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
2. Para quais produtos você conhece e/ou já utilizou serviços de logística reversa?
- ☐ Pneus
 - ☐ Óleos lubrificantes e suas embalagens
 - ☐ Lâmpadas
 - ☐ Produtos eletroeletrônicos e acessórios
 - ☐ Pilhas e baterias
 - ☐ Outros
3. Que tipo de serviço foi utilizado?
- ☐ Coleta domiciliar pela fabricante do produto.
 - ☐ Ponto de Entrega Voluntária (PEV) público (ex. ecopontos e CRT).

- () Ponto de Entrega Voluntária (PEV) privado (ex. lojas e supermercados).
- () Associações e cooperativas de reciclagem.
- () Outros

Seção 5: Considerações finais sobre os serviços de coleta e a taxa de manejo de resíduos sólidos

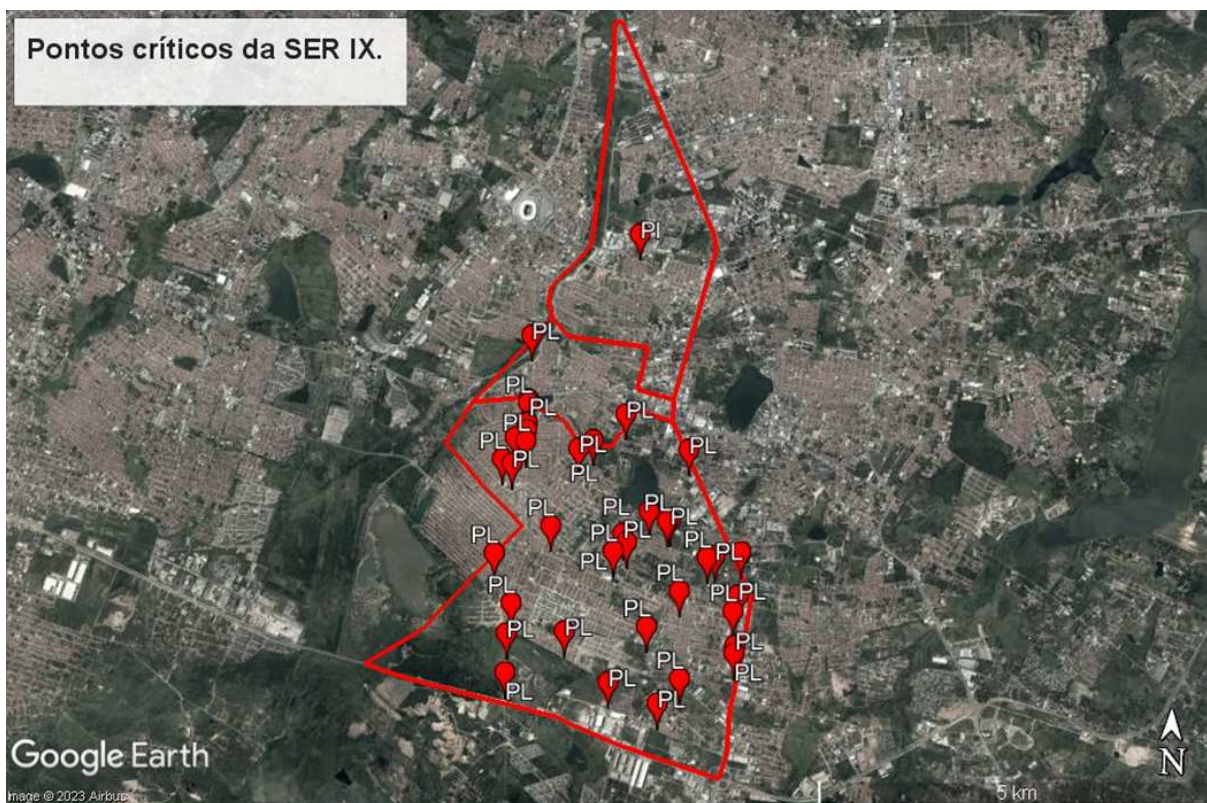
1. Na escala de 0 a 10, qual nota você daria, de modo geral, aos serviços públicos de coleta de resíduos sólidos?
2. Na sua opinião, é válida a cobrança de uma taxa específica para manejo de resíduos sólidos, considerando a qualidade dos serviços de coleta?
 - () Sim
 - () Não
3. Quais possíveis melhorias ao sistema municipal de manejo de resíduos, em geral, você gostaria de sugerir?
4. Na sua opinião, quais são os maiores problemas na gestão de resíduos sólidos do seu bairro?

ANEXO A - MAPA DOS TRECHOS DE DIFÍCIL ACESSO NA ÁREA DA SER IX PARA CAMINHÕES COMPACTADORES

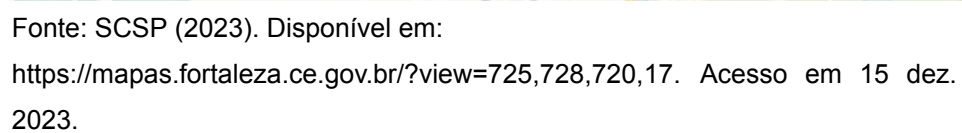


Fonte: SCSP (2019). Disponível em: <https://mapas.fortaleza.ce.gov.br/?view=55>.
Acesso em 15 dez. 2023.

**ANEXO B - MAPA DOS PONTOS CRÍTICOS DE DESCARTE IRREGULAR NOS
SETORES 7601 A 7603.**



Fonte: ACFOR (2021). Disponível em: <https://dados.fortaleza.ce.gov.br/dataset/pontos-lixo-fortaleza>. Acesso em 14 set. 2023.



ANEXO D - DIVULGAÇÃO DE ROTEIRO DA ÚLTIMA OPERAÇÃO TIRA-TRECO NA REGIONAL IX



**SÁBADO
(30/09)**

- ↓ Rua Conselheiro da Silva - Barroso
- ↓ Rua Jorn. Antônio Pontes Tavares - Cajazeiras
- ↓ Rua Irmã Dorothy Stang - Cajazeiras
- ↓ Rua Sabino Loureto da Silva - Cajazeiras
- ↓ Av. Cap. Waldemar Paula Lima - Barroso
- ↓ Av. Jornalista Tomaz Coelho - Barroso
- ↓ Av. Val Paraíso - Conjunto Palmeiras
- ↓ Av. Dionísio Leonel Alencar - Jangurussu
- ↓ Rua Amaro Bandeira - Barroso
- ↓ Rua Recanto Verde - Jangurussu

Fortaleza
PREFEITURA

Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza (2023).