



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - DECEN
CURSO BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CAMILA LIBERATO DE QUEIROZ

**RESÍDUOS TECNOLÓGICOS EM MARTINS/RN: DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIAS
PARA O GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL**

PAU DOS FERROS - RN

2026

CAMILA LIBERATO DE QUEIROZ

**RESÍDUOS TECNOLÓGICOS EM MARTINS/RN: DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIAS
PARA O GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Kytéria Sabina Lopes De Figueredo, Profa. Dra.

Co-orientadora: Sanderlir Silva Dias, Profa. Dra.

PAU DOS FERROS

2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Q3r Queiroz, Camila Liberato de.
Resíduos tecnológicos em Martins/RN: diagnóstico
e estratégias para o gerenciamento sustentável /
Camila Liberato de Queiroz. - 2026.
105 f. : il.

Orientadora: Kytéria Sabina Lopes de Figueredo.
Coorientadora: Sanderlir Silva Dias.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2026.

1. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.
2. Economia circular. 3. Logística reversa. 4.
Política nacional de resíduos sólidos. 5. Gestão de
resíduos urbanos. I. Figueredo, Kytéria Sabina
Lopes de, orient. II. Dias, Sanderlir Silva, co-
orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CAMILA LIBERATO DE QUEIROZ

**RESÍDUOS TECNOLÓGICOS EM MARTINS/RN: DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIAS
PARA O GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, como requisito para a obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 17/06/2026

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **KYTERIA SABINA LOPES DE FIGUEREDO**
Data: 29/06/2026 21:54:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Kytéria Sabina Lopes de Figueredo, Profa. Dra. (UFERSA)

Presidente

Documento assinado digitalmente
 **IZANGELA MARCULINO DE ANDRADE**
Data: 30/06/2026 19:23:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Izangela Marculino de Andrade, Profa. Dra. (UFERSA)

Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **FELIPE AUGUSTO MARQUES DE FREITAS**
Data: 30/06/2026 06:59:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Felipe Augusto Marques de Freitas, Me. (PPGE/UERN)

Membro Examinador

PAU DOS FERROS – RN
2026

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus irmãos, **Bruno, Danilo e Kauany**, para demonstrar-lhes que a vida é cheia de boas possibilidades e que os únicos limites são aqueles que criamos em nossos próprios pensamentos. Amo vocês!(presentes)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Ser Superior que me põe de pé todos os dias.

Agradeço infinitamente ao meu esposo por me encorajar, apoiar e me dar suporte moral em todos os momentos desta trajetória; por seu companheirismo, amizade e amor, que me iluminam e me dão direcionamento todos os dias.

Agradeço aos meus avós maternos, Joana (*in memoriam*) e José, e aos meus avós paternos, Elita (*in memoriam*) e Francisco (*in memoriam*), por fazerem parte da minha vida e ajudarem em minha formação humana e no meu caráter, dedicando tempo, finanças, ensinamentos e amor. Cada um, com sua maneira especial de ser, moldou quem eu sou hoje.

Agradeço aos meus pais que, mesmo distantes, apoiam minhas escolhas e se fazem presentes nos momentos mais difíceis. Assim como à minha tia Adelita, por todo o suporte dado e pelo carinho, e às minhas primas Amanda e Vanderléia, que se tornaram irmãs para mim.

Agradeço aos amigos, em especial a Rafaela e Deyvisson, por tornarem os momentos acadêmicos mais leves e alegres, e aos familiares que se fizeram presentes em minha vida pessoal e acadêmica desde o início.

Agradeço às minhas orientadoras, Kyteria e Sanderlir, por todo o suporte que me dedicaram desde o prenúncio desta jornada e por contribuírem com meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

Agradeço, por fim, à vida e pelas oportunidades que me são lançadas.

RESUMO

O gerenciamento inadequado dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) representa um dos principais desafios socioambientais da atualidade, demandando arranjos locais alinhados aos preceitos da Economia Circular (EC) e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O presente trabalho teve como objetivo geral analisar o panorama do gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos no município de Martins, interior do Rio Grande do Norte, culminando na elaboração de diretrizes estratégicas estruturadas. A metodologia adotada possui caráter descritivo e abordagem mista, associando o levantamento documental, a realização de entrevistas com agentes públicos, representantes do setor comercial e trabalhadores responsáveis pela limpeza pública e manejo de resíduos sólidos urbanos, além da aplicação de questionários amostrais à população. Os resultados apontam para um cenário de transição administrativa promissor, marcado pela recente erradicação do lixão a céu aberto em 2025 e pela adesão ao consórcio intermunicipal regionalizado. Contudo, constatou-se uma severa lacuna infraestrutural e regulamentar no fluxo específico de e-lixo, resultando em um paradoxo: embora 66,19% dos cidadãos reconheçam os riscos ambientais dos REEE, 58,27% utilizam o sistema de coleta convencional nas calçadas por conveniência, impulsionados pelo desconhecimento de locais adequados de descarte e por um equívoco conceitual que desassocia pilhas, baterias e lâmpadas da categoria de resíduos eletroeletrônicos. No setor privado, as oficinas de reparo, em sua maioria, atuam de forma espontânea na extensão da vida útil dos aparelhos por meio do reaproveitamento de componentes, embora careçam de suporte logístico público para a destinação final de suas frações inviáveis. Diante desse diagnóstico, estruturou-se um planejamento estratégico escalonado em três horizontes temporais (curto, médio e longo prazo), contemplando desde ações informativas e workshops para o varejo até a instalação descentralizada de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) para a implementação da coleta seletiva e a futura consolidação de uma unidade de triagem operada de forma consorciada via CIMOP, cujos trâmites institucionais encontram-se em andamento. Conclui-se que o comportamento sustentável da comunidade está condicionado ao suporte institucional, evidenciando que as diretrizes propostas oferecem um modelo viável para fomentar a governança ambiental cooperativa e a circularidade no município.

Palavras-chave: resíduos de equipamentos eletroeletrônicos; economia circular; logística reversa; política nacional de resíduos sólidos; gestão de resíduos urbanos.

ABSTRACT

The inadequate management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) represents one of the main socio-environmental challenges of the present time, requiring local arrangements aligned with the principles of the Circular Economy (CE) and the Brazilian National Solid Waste Policy (PNRS). The present study aimed to analyze the overview of electrical and electronic waste management in the municipality of Martins, in the interior of Rio Grande do Norte, culminating in the development of structured strategic guidelines. The adopted methodology has a descriptive character and a mixed approach, combining documentary research, interviews with public agents, representatives of the commercial sector, and workers responsible for public cleaning and urban solid waste management, as well as the application of sample surveys to the population. The results indicate a promising administrative transition scenario, marked by the recent eradication of the open-air dump in 2025 and the adherence to a regional intermunicipal consortium. However, a severe infrastructural and regulatory gap was identified in the specific e-waste flow, resulting in a paradox: although 66.19% of citizens recognize the environmental risks of WEEE, 58.27% use the conventional curbside collection system for convenience, driven by a lack of knowledge about appropriate disposal locations and by a conceptual misunderstanding that dissociates batteries, accumulators, and lamps from the category of electrical and electronic waste. In the private sector, most repair shops spontaneously work to extend the lifespan of devices by reusing components, although they lack public logistical support for the final disposal of their non-viable fractions. Based on this diagnosis, a strategic plan was structured in three time horizons (short, medium, and long term), ranging from awareness-raising actions and workshops for retailers to the decentralized installation of Voluntary Drop-off Points (VDPs) for the implementation of selective collection and the future consolidation of a sorting unit operated in a consortium model via CIMOP, whose institutional procedures are currently underway. It is concluded that the community's sustainable behavior is conditioned by institutional support, highlighting that the proposed guidelines offer a viable model to support environmental governance cooperation and circularity in the municipality.

Keywords: waste electrical and electronic equipment; circular economy; reverse logistics; national solid waste policy; urban waste management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das principais vias de contaminação por REEE	33
Figura 2 - Inter-relação da Logística Reversa, os 3Rs e a Economia Circular	39
Figura 3 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	42
Figura 4 - Mapa geográfico de Martins	44
Figura 5 - Fluxograma do percurso metodológico da pesquisa	45
Figura 6 - Fluxograma operacional e comportamental da sociedade local, Martins/RN	67
Figura 7 - Armazenamento residencial de equipamentos eletroeletrônicos em Martins/RN ..	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos respondentes por faixa etária no município de Martins/RN	58
Gráfico 2 - Distribuição dos respondentes por grau de escolaridade no município de Martins/RN	59
Gráfico 3 - Nível de clareza conceitual dos respondentes sobre o termo resíduos eletroeletrônicos em Martins/RN	59
Gráfico 4 - Quantidade de aparelhos eletroeletrônicos sem uso ou quebrados armazenados nas residências em Martins/RN	62
Gráfico 5 - Destino final mais comum atribuído aos equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na localidade de Martins/RN	64
Gráfico 6 - Principais dificuldades apontadas pelos respondentes para a realização do descarte correto de resíduos eletroeletrônicos em Martins/RN	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de resíduos sólidos segundo a periculosidade	21
Quadro 2 - Categorias de classificação dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos ...	26
Quadro 3 - Classificação do Ciclo de Vida dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE)	28
Quadro 4 - Principais substâncias tóxicas presentes nos REEE e seus respectivos efeitos nocivos	31
Quadro 5 - Síntese integrada do diagnóstico da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) em Martins/RN	74
Quadro 6 - Planejamento estratégico para a gestão de REEE no município de Martins/RN .	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição metálica dos resíduos eletroeletrônicos em 2022	27
Tabela 2 - Percepção dos respondentes quanto à classificação de equipamentos eletroeletrônicos em Martins/RN, 2026	60
Tabela 3 - Resíduos tecnológicos que a população local descarta com maior frequência no município de Martins/RN	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIMOP	Consórcio Intermunicipal Multifinalitário dos Municípios do Oeste Potiguar
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRT	<i>Cathode Ray Tube</i> (Tubo de Raios Catódicos)
Dr	Doutor
EA	Educação Ambiental
EC	Economia Circular
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
ENEC	Estratégia Nacional de Economia Circular
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LR	Logística Reversa
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PEVs	Pontos de Entrega Voluntária
PGRS	Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNLR	Programa Nacional de Logística Reversa
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
RN	Rio Grande do Norte
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SLR	Sistema de Logística Reversa
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TI	Tecnologia da Informação
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
hab	habitantes
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro Quadrado
nº	Número
R\$	Real (moeda nacional)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 Resíduos Sólidos	20
3.2 Legislação Ambiental e Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	21
3.3 Geração dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos	24
3.4 Classificação e Composição dos Resíduos Tecnológicos	25
3.4.1 Ciclo de Vida dos Produtos Eletroeletrônicos	28
3.5 Impactos Ambientais e Sociais dos REEE	29
3.5.1 Principais Mecanismos de Contaminação	32
3.6 Gerenciamento de Resíduos Eletroeletrônicos (REEE)	33
3.6.1 Reciclagem e Trabalhadores Informais	35
3.6.2 Logística Reversa	36
3.7 Economia Circular e Sustentabilidade	37
3.7.1 Educação Ambiental e Conscientização Pública	40
3.7.2 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	41
4 METODOLOGIA	43
4.1 Área de Estudo	43
4.2 Percorso metodológico	44
4.2.1 Procedimentos de Coleta de Dados	45
4.2.1.1 Pesquisa Bibliográfica e Documental	46
4.2.1.2 Entrevistas Semiestruturadas	46
4.2.1.3 Questionário	47
4.2.2 Análise dos Dados	47
4.2.3 Diagnóstico do Cenário Atual	48
4.2.4 Estratégias de Gerenciamento de REEE	48

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1 Análise das Entrevistas	49
5.1.1 Agentes Públicos	49
5.1.2 Comércio Local	53
5.1.3 Funcionários da Limpeza Pública	55
5.2 Percepção da População sobre REEE	58
5.3 Diagnóstico do Cenário Atual	66
5.3.1 Infraestrutura e Logística de Recolhimento	68
5.3.2 Percepção e Engajamento da População	69
5.3.3 Panorama do Comércio Local frente à Logística Reversa	71
5.3.4 Capacidade Institucional e Regulamentar do Poder Público	72
5.3.5 Síntese do Diagnóstico Integrado da Gestão de REEE em Martins/RN	73
5.4 Estratégia para Gerenciamento dos Resíduos	74
5.4.1 Ações de Curto Prazo com Foco em Campanhas Informativas e Alinhamento Setorial	76
5.4.2 Ações de Médio Prazo para a Implementação de Infraestrutura Descentralizada	76
5.4.3 Ações de Longo Prazo para Consolidação Normativa e Integração Regional	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA: AGENTES PÚBLICOS	
(MARTINS/RN)	87
APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA: COMÉRCIO LOCAL	91
APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA: FUNCIONÁRIOS DA LIMPEZA	
PÚBLICA	94
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO APLICADO À POPULAÇÃO	97
ANEXO A - LEI MUNICIPAL Nº 597/2014	103

1 INTRODUÇÃO

O progresso tecnológico proporciona grandes avanços para a humanidade, impactando significativamente a rapidez da comunicação e da informação, ao passo que influencia diretamente na produção constante de inovações tecnológicas. Com a Modernidade, a sociedade adquiriu um aspecto mais capitalista e consumista, originando novas necessidades e impulsionando o processo produtivo industrial.

Nesse contexto, os equipamentos eletroeletrônicos (EEE) tornaram-se elementos centrais do cotidiano, sendo definidos como dispositivos que dependem do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para seu funcionamento (Biesek, 2019; Giese *et al.*, 2021). Com o crescimento acelerado do consumo, surge uma preocupação crescente com os resíduos tecnológicos, que correspondem aos resíduos elétricos e eletrônicos descartados após o fim de seu ciclo de vida útil (Pereira; Monsores; Fernandes, 2020). O acúmulo desordenado desses equipamentos, aliado à falta de planejamento e ao descarte inadequado, pode gerar consequências drásticas para o meio ambiente e para a saúde humana. Essa situação exige ações urgentes, incluindo o fortalecimento da Logística Reversa (LR), que responsabiliza os fabricantes pelo recolhimento e pela destinação correta dos equipamentos ao final de sua vida útil, garantindo, assim, a sustentabilidade em todo o ciclo de vida dos produtos (Andrade; Barros, 2025).

Diante da expressiva geração de resíduos sólidos, as questões relacionadas ao impacto e à gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) têm recebido atenção crescente nos últimos anos. Por conterem elementos tóxicos, como metais pesados, os resíduos provenientes desse tipo de equipamento, quando descartados incorretamente, podem gerar inúmeros impactos ambientais (Oliveira *et al.*, 2021). As informações sobre o e-lixo ainda são escassas, o que contribui para a desinformação da sociedade brasileira e dificulta a adoção de práticas sustentáveis. Estudos indicam que grande parte da população não sabe como lidar com os resíduos eletroeletrônicos, o que reforça a necessidade de ações educativas e estruturais voltadas à gestão responsável desses materiais (Pereira; Monsores; Fernandes, 2020).

A cidade de Martins/RN tem vivenciado um crescimento urbano acelerado, impulsionado pelo turismo e pelo clima agradável. Esse avanço intensificou o consumo de aparelhos eletroeletrônicos, cuja vida útil tem se reduzido em razão do avanço tecnológico e do modelo de consumo vigente. Como consequência, observa-se um aumento expressivo na geração de resíduos eletroeletrônicos, frequentemente descartados de forma inadequada, o que

resulta em impactos ambientais e sociais significativos. Esse cenário exige medidas urgentes voltadas para a conscientização da população, a implementação de políticas públicas eficazes e o fortalecimento da logística reversa, garantindo a destinação correta desses resíduos e a sustentabilidade no ciclo de vida dos produtos.

Diante desse contexto, este trabalho se propõe a analisar como o município de Martins/RN gerencia atualmente os resíduos eletroeletrônicos, diagnosticando os principais desafios relacionados ao descarte e à reciclagem de REEE. A pesquisa busca, assim, contribuir para a formulação de estratégias de gerenciamento alinhadas à legislação ambiental e aos princípios da economia circular, promovendo práticas sustentáveis e soluções adaptadas à realidade local.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o cenário atual do descarte de resíduos eletroeletrônicos no município de Martins, no interior do Rio Grande do Norte, propondo estratégias sustentáveis para seu gerenciamento, com base na legislação vigente e nos princípios da economia circular.

2.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar os principais tipos de resíduos tecnológicos gerados no município de Martins/RN;
2. Investigar o nível de conhecimento e engajamento da população local quanto ao descarte correto de equipamentos eletroeletrônicos;
3. Identificar os locais de descarte mais comuns desses resíduos gerados na cidade;
4. Avaliar a existência e a eficácia de políticas públicas, programas ou iniciativas locais voltadas à gestão desses resíduos;
5. Propor estratégias viáveis para o gerenciamento sustentável, como pontos de coleta e campanhas de educação ambiental.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Resíduos Sólidos

O entendimento acerca da natureza e da classificação dos resíduos sólidos é o ponto de partida fundamental para estabelecer as diretrizes de manejo e disposição final adequadas. De acordo com Telles (2022), resíduos sólidos são definidos como materiais, substâncias ou objetos descartados resultantes de atividades humanas, cuja destinação final se faz necessária. Estes podem ser encontrados nos estados:

- 1) Sólido: representado por materiais como lâmpadas fluorescentes, pilhas, pneus, eletroeletrônicos, cerâmicos, tijolos e madeira;
- 2) Semissólido: como lodos provenientes de estações de tratamento de água e de esgoto;
- 3) Gasoso: quando contidos em recipientes, tais como aerossóis, extintores de incêndio, geladeiras ou aparelhos de ar-condicionado;
- 4) Líquido: substâncias como tintas, vernizes e óleos, cujas particularidades os tornam inviáveis de serem lançados na rede pública de esgotos ou em corpos d'água.

Tais resíduos distinguem-se dos rejeitos, que são resíduos sólidos para os quais não há mais possibilidade de tratamento ou recuperação por tecnologias viáveis (Telles, 2022).

Estima-se que 76,4 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tenham sido coletadas em 2024 no Brasil, divididas em coleta via serviços públicos e a coleta informal, representando quase 94% do volume produzido. Desse montante, estima-se que aproximadamente 7,1 milhões de toneladas de resíduos secos (resíduos não orgânicos de origem doméstica, principalmente, metais como aço e alumínio, papel, papelão, diferentes tipos de plásticos e vidro) tenham sido enviadas para a reciclagem no país, o que equivale a 8,7% dos RSU gerados nacionalmente. Cerca de 6,7% do total de RSU coletados via serviços públicos foram encaminhados para centrais de triagem, onde apenas 52% desse material foi recuperado, e o restante, considerado rejeito, foi encaminhado para disposição final. Já a coleta informal, realizada por catadores autônomos, foi responsável por cerca de 4,6 milhões de toneladas e por priorizarem em materiais com valor de mercado, assume-se que 100% desse volume tenha sido efetivamente recuperado para a cadeia produtiva (ABREMA, 2025; Telles, 2022).

A periculosidade de um resíduo é determinada por suas propriedades de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade. Quanto a sua

classificação, a ABNT NBR 10004/2004 distingue-os em classes como observado no Quadro 1:

Quadro 1 - Classificação de resíduos sólidos segundo a periculosidade

Classe	Denominação	Descrição
Classe I	Perigosos	Resíduos que apresentam periculosidade, identificados por propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas.
Classe II	Não Perigosos	Resíduos que não apresentam as características de periculosidade da Classe I.
Classe II A	Não Inertes	Resíduos que não se enquadram na Classe I, mas podem ter propriedades de biodegradabilidade ou solubilidade.
Classe II B	Inertes	Resíduos que, quando amostrados de forma representativa e submetidos a contato dinâmico e estático com água, não têm seus constituintes solubilizados.

Fonte: Adaptado da NBR 10.004 (2004).

O processo de classificação deve incidir individualmente sobre cada fluxo de resíduo. Quando há a geração de mais de um tipo de resíduo proveniente de uma mesma fonte, devem ser adotadas práticas de gerenciamento que assegurem que cada um dos tipos seja classificado separadamente (ABNT, 2004).

3.2 Legislação Ambiental e Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Em 1981, o Brasil promulgou a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), por meio da Lei 6.938, objetivando “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (Brasil, 1981, art. 2º). Ela foi melhorada e modificada ao longo dos anos, incluindo anexos importantes como as categorias de indústrias com atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais. Dentre elas encontra-se a Indústria de material Elétrico, Eletrônico e Comunicações, atuando na “fabricação de pilhas, baterias e outros acumuladores, fabricação de material elétrico, eletrônico e equipamentos para telecomunicação e informática; fabricação de aparelhos elétricos e eletrodomésticos” A Convenção de Basileia, adotada em 1989 sob o amparo da Organização das Nações Unidas (ONU), dispõe sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e

seu Depósito. Este marco foi promulgado no Brasil pelo Decreto nº 875/1993 e estabelece diretrizes para que a gestão e o transporte internacional de detritos perigosos, como os elementos constituídos por substâncias tóxicas, sejam realizados de forma ambientalmente saudável, priorizando o controle e a redução da geração desses materiais (Brasil, 1993). Em 1998, o país criou a Lei nº 9.605, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Em seu artigo 54, prevê-se a punição para quem “causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora” (Brasil, 1998, art. 54).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da sua Resolução nº 401 de 2008, estabeleceu os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e outras providências, considerando a necessidade de reduzir os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado desses dispositivos, como também de reduzir a geração de resíduos (Brasil, 2008).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e dispõe de diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, e outras providências. Além de classificar quanto à origem dos resíduos sólidos, essa lei agrupa como perigosos aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (Brasil, 2010).

Incluem-se nos princípios e objetivos da PNRS a prevenção e precaução, o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, visando a redução do volume e da periculosidade de resíduos perigosos, além da proteção da saúde pública e da qualidade ambiental (Telles, 2022). Em seu Art. 9º, a lei estabelece a ordem de prioridade para a gestão e o gerenciamento de resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010). Ainda que a PNRS não detalhe isoladamente cada tipo de REEE, essa estrutura regulatória orienta e articula as ações de prevenção e tratamento dos impactos provocados pelo inadequado manejo desses resíduos (Marchi; Santos, 2022). Adicionalmente, essa política incluiu em seus instrumentos a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa (SLR) e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada,

formulando a base para futuras ações.

É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos [...] (Brasil, 2010, art. 30).

O Decreto nº 10.240, de 2020, estabeleceu normas para a implementação de SLR obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes (Brasil, 2020). Para mais, o Decreto Federal nº 10.936 de 2022, regulamentou alguns itens, como a instituição do Programa Nacional de Logística Reversa (PNLR), que discorre sobre a adoção de procedimentos de compra de produtos usados como parte de pagamento de um equipamento novo, entre outros procedimentos para a implementação e a operacionalização do sistema de Logística Reversa (Marchi; Santos, 2022). Ainda em 2022, o Brasil instituiu a Lei nº 14.479, que trata da Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos e dispõe sobre o Programa Computadores para Inclusão, focando no recondicionamento e no reparo de aparelhos como computadores para evitar que eles se tornem resíduos antes da hora, promovendo sua reutilização (Brasil, 2022).

No âmbito estadual, o Rio Grande do Norte conta atualmente com a Lei nº 11.669/2024, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS/RN) e, alinhada às diretrizes nacionais, estabelece diretivas relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do Poder Público, e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Ademais, o estado conta com a Lei Estadual nº 11.887/2024, que institui a Política de Coleta Contínua de Lixo Eletrônico de Pequeno Porte nas escolas do estado, cujo Art. 2º conceitua essa categoria de REEE abrangendo expressamente pilhas, baterias portáteis, aparelhos e carregadores celulares, tablets, além de outros dispositivos eletrônicos portáteis e seus derivados (Rio Grande do Norte, 2024).

No contexto do município de Martins, localizado na região do Oeste Potiguar, a gestão de resíduos sólidos é regida pela Política Municipal de Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 596/2014. Embora o município não disponha de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) exclusivo e atualizado em formato de documento específico, a gestão opera, recentemente, em conformidade com as diretrizes da Lei Federal nº 12.305/2010 por meio da cooperação intermunicipal.

Conforme estabelecido pela legislação nacional, municípios de pequeno porte podem

optar por soluções consorciadas para a gestão de seus resíduos. Nesse cenário, Martins integra o Consórcio Intermunicipal Multifinalitário dos Municípios do Oeste Potiguar (CIMOP). Esta modalidade de gestão compartilhada visa otimizar recursos e viabilizar a destinação final ambientalmente adequada. Conforme preconiza o Portal de Transparência do CIMOP, este atua como o braço executor das políticas de saneamento e meio ambiente para seus entes consorciados, promovendo a transição dos antigos lixões para sistemas de transbordo e aterros sanitários licenciados (CIMOP, 2026). Dessa forma, a atuação de Martins via CIMOP supre a necessidade de infraestrutura de destinação final, entretanto, a referida Lei Municipal nº 596/2014 avança ao tratar de fluxos específicos em seu Artigo 62. Este dispositivo estabelece a obrigatoriedade da estruturação e implementação de sistemas de logística reversa no âmbito local, determinando que consumidores, fabricantes e comerciantes de produtos como pilhas, baterias e eletroeletrônicos compartilhem a responsabilidade pelo retorno desses itens após o uso (Martins, 2014). Portanto, o desafio da Logística Reversa de REEE no município demanda articulações que, embora legalmente previstas, exigem ações que vão além da coleta convencional oferecida pela parceria consorciada.

3.3 Geração dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

Comumente, dentre os resíduos sólidos, destacam-se os REEE, gerados a partir da utilização de equipamentos tecnológicos, que se tornaram indispensáveis para o desenvolvimento das diversas atividades realizadas pela sociedade moderna (Marchi; Santos, 2022).

Equipamentos eletroeletrônicos (EEE) são os produtos que dependem do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para seu funcionamento. Os REEE são definidos como os resíduos resultantes desses aparelhos (Giese *et al.*, 2021). Essa definição engloba praticamente todos os produtos de uso doméstico ou comercial, como eletrodomésticos básicos, brinquedos, ferramentas, equipamentos de áudio, celulares, laptops, entre outros. Ademais, os EEE estão sendo cada vez mais utilizados em transportes, saúde, sistemas de segurança e geradores de energia, como os fotovoltaicos (Forti *et al.*, 2020).

A geração e o descarte incorreto de REEE se tornaram um desafio da atualidade. De acordo com o Monitor Global de Lixo Eletrônico, em 2022, o mundo gerou 62 bilhões de kg de lixo eletrônico, uma média de 7,8 kg per capita. Apenas 22,3% (13,8 bilhões de kg) desse montante gerado foi documentado como coletado e reciclado adequadamente. Em 2010, o

mundo gerou 34 bilhões de kg de lixo eletrônico, um aumento de 2,3 bilhões de kg por ano. Tais dados demonstram que o aumento na geração desses resíduos está superando o aumento na reciclagem formal em quase 5 vezes (Baldé *et al.*, 2024).

No Brasil, o cenário de resíduos tecnológicos é notório, sendo o país considerado o maior gerador de lixo eletrônico da América do Sul, com 2,4 milhões de toneladas anualmente. Embora esse volume represente aproximadamente 3% do RSU, a reciclagem de resíduos secos comuns (papel, plástico, vidro) gira em torno de 8,7%, enquanto a coleta formal e reciclagem de eletrônicos no país ainda são muito baixas, estimadas em apenas 3% do que é gerado (ABREMA, 2025; Baldé *et al.*, 2024). Mesmo que o volume de REEE seja menor que o do lixo comum, o seu potencial poluidor é superior devido à sua complexa composição.

Esses resíduos contêm substâncias perigosas, como metais pesados e retardantes de chamas. Seu processamento também pode acarretar a formação de substâncias tóxicas como dioxinas e furanos. Todavia, possuem materiais com alto valor, tais como os metais preciosos (Giese *et al.*, 2021).

3.4 Classificação e Composição dos Resíduos Tecnológicos

Os REEE são materiais descartados provenientes de dispositivos eletrônicos e elétricos que atingiram o fim de sua vida útil ou se tornaram obsoletos. Esses resíduos são considerados perigosos devido à presença de substâncias tóxicas, como metais pesados (chumbo, mercúrio, cádmio) e compostos químicos que podem causar danos à saúde humana e ao meio ambiente se não forem manipulados especificamente (Brasil, 2010).

O gerenciamento desses resíduos varia conforme a sua tipicidade e é classificado por função, material de composição, peso médio e fim de vida, atribuídos em 54 produtos distintos e agrupados em seis categorias, as quais são descritas no Quadro 2:

Quadro 2 - Categorias de classificação dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

Categoria	Descrição	Exemplos de Equipamentos
I	Equipamentos de troca de temperatura	Refrigeradores, freezers, aparelhos de ar-condicionado, bombas de calor.
II	Telas e monitores	Televisores, monitores, laptops, notebooks, tablets.
III	Lâmpadas	Lâmpadas fluorescentes, de alta intensidade e lâmpadas LED.
IV	Equipamentos de grande porte	Máquinas de lavar, fogões elétricos, painéis fotovoltaicos, grandes impressoras.
V	Equipamentos de pequeno porte	Micro-ondas, aspiradores de pó, ferramentas elétricas, brinquedos eletrônicos.
VI	Pequenos equipamentos de TI e Telecom	Celulares, dispositivos GPS, roteadores, computadores de mesa.

Fonte: Adaptado de Baldé *et al.* (2024), Forti *et al.* (2020).

De acordo com Baldé *et al.* (2024), baterias e outros dispositivos de armazenamento de eletricidade não são EEE, e a maior parte da legislação reconhece-os globalmente como fluxos de resíduos separados, principalmente porque exigem tratamento diferente no final da vida. Na PNRS, pilhas e baterias; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes são listados separadamente (Brasil, 2010). Os equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo devem ser descartados pelo consumidor sempre desligados e sem os dados pessoais e pilhas, baterias e lâmpadas devem ser descartadas separadamente (Xavier *et al.*, 2020).

Todavia, em muitos contextos todos eles são tratados como REEE, principalmente por seus fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes serem obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa. Para a Green Elétron (2021), as pilhas são consideradas resíduos eletrônicos e devem ser descartadas em locais específicos para possibilitar a sua reciclagem. As pilhas comuns devem ser levadas a Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) específicos, enquanto baterias de lítio como as de telefones celulares e notebooks, podem ser armazenadas nos próprios aparelhos e descartadas em coletores de eletroeletrônicos. Lâmpadas também podem ser recicladas, mas por causa de sua composição

específica precisam ser destinadas de forma diferente e por isso, possuem PEVs diferentes. Assim, enquanto a separação legal visa a especialização do tratamento, a gestão de mercado tende a tratá-los em conjunto por conveniência logística. Nesse contexto, compreender essa classificação é fundamental para o correto gerenciamento, coleta seletiva, reutilização e reciclagem desses resíduos, minimizando os impactos ambientais e promovendo a sustentabilidade no ciclo de vida dos produtos tecnológicos.

A composição do lixo eletrônico é extensa devido à grande quantidade de produtos que se encaixam nesses resíduos variando de acordo com o tipo de equipamento, mas consiste principalmente em metais e plásticos. Entre os metais, o ferro/aço é o mais utilizado, seguido pelo alumínio e pelo cobre. Em 2022, os REEE gerados continham 31 bilhões de kg de metais, 17 bilhões de kg de plásticos e 14 bilhões de kg de outros materiais (minerais, ligas, vidro, compósitos, entre outros.) (Baldé *et al.*, 2024). Essa diversidade de materiais reflete a complexidade tecnológica dos dispositivos modernos, que demandam uma ampla gama de elementos químicos para seu funcionamento. Entre os componentes metálicos, observa-se uma predominância de metais de base, essenciais para a estrutura e condução elétrica, seguidos por metais críticos e preciosos que, embora presentes em menor massa, possuem elevado valor estratégico e econômico. A distribuição quantitativa desses metais presentes nos REEE gerados está detalhada na Tabela 1:

Tabela 1 - Composição metálica dos resíduos eletroeletrônicos em 2022

Metal / Categoria	Quantidade Presente (kg)
Ferro e Aço (Fe)	24 bilhões
Alumínio (Al)	3,9 bilhões
Cobre (Cu)	2,1 bilhões
Chumbo (Pb)	70 milhões
Cobalto (Co)	34 milhões
Ouro (Au), Prata (Ag) e Paládio (Pd)	1,6 milhão
Total geral aproximado	31 bilhões

Fonte: Adaptado de Baldé *et al.* (2024).

Embora os metais correspondam a aproximadamente metade da massa total dos REEE gerados globalmente, estima-se que 39% desse montante (equivalente a 12 bilhões de kg) não

sejam recuperados devido à gestão inadequada ou descarte em lixões (Baldé *et al.*, 2024). A correta identificação dos tipos de equipamentos e materiais envolvidos é fundamental para definir métodos adequados de manejo, coleta, reciclagem e descarte desses resíduos, prevenindo a contaminação ambiental e promovendo a recuperação de materiais valiosos e a destinação segura de componentes perigosos.

3.4.1 Ciclo de Vida dos Produtos Eletroeletrônicos

O ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos compreende todas as fases pelas quais um equipamento passa desde a sua concepção até o seu descarte final, destacando-se como um conceito fundamental para entender os impactos ambientais associados a esses bens. O tempo de vida útil de cada aparelho é determinado empiricamente por produto e por tipo (Baldé *et al.*, 2024). Além da classificação por categoria de 1 a 6 para os REEE, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) divide os EEE em produtos de linha branca, linha marrom, linha azul e linha verde (Giese *et al.*, 2021), e o ciclo de vida de tais dispositivos é classificado de acordo com essa divisão, cujas características estão exemplificadas no Quadro 3:

Quadro 3 - Classificação do Ciclo de Vida dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE)

Categoria	Exemplos de Equipamentos	Vida Útil Estimada	Porte (Peso)	Composição Principal
Linha Verde	Desktops, laptops, tablets, celulares e acessórios de informática.	Curta (~ 2 – 5 anos)	Médio (~ 0,09kg – 30kg)	Metais e plásticos (grande diversidade).
Linha Marrom	TVs, monitores, aparelhos de DVD/VHS, áudio e filmadoras.	Média (~ 5 – 13 anos)	Médio (~ 1kg – 35kg)	Plástico e vidro.
Linha Azul	Aspiradores de pó, batedeiras, liquidificadores, ferros, secadores.	Média-Longa (~ 10 – 12 anos)	Pequeno (~ 0,5kg – 5kg)	Plástico.
Linha Branca	Refrigeradores, fogões, lavadoras, secadoras e ar-condicionado.	Longa (~ 10 – 15 anos)	Grande (~ 30kg – 70kg)	Metais (menor diversidade).

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2023), Martins *et al.* (2023).

A partir do panorama apresentado no Quadro 3, observa-se que os produtos da linha verde, por exemplo, possuem uma menor estimativa de durabilidade e passam por pelo menos sete etapas em seu ciclo existencial: extração dos recursos naturais, manufatura, distribuição e varejo uso, descarte, reciclagem e disposição final.

Na primeira etapa [...] são retirados os insumos necessários para a fabricação de eletrônicos de diversos tipos e linhas, incluindo partes compradas e subconjuntos de peças. Após a extração, esses insumos são enviados para a indústria, processados e posteriormente resultarão em um aparelho eletrônico o qual será distribuído para o varejo, e adquirido pelo consumidor. Na quarta etapa o equipamento é utilizado até chegar ao fim da sua primeira vida útil, podendo ser armazenado, reciclado ou enviado para um mercado de segunda mão (Linzmaier *et al.*, 2018, p. 9).

Entender o funcionamento desse ciclo e a rapidez com que os aparelhos vão da fabricação ao descarte é fundamental, pois o fim incorreto ou adiantado da vida útil desses produtos gera graves consequências para o planeta. Por isso, torna-se necessário analisar como o descarte final desses resíduos afeta a natureza e a sociedade, abrindo caminho para a discussão sobre os principais problemas que exigem uma gestão ambiental mais eficiente.

3.5 Impactos Ambientais e Sociais dos REEE

O manejo inadequado dos resíduos sólidos desencadeia severas implicações socioambientais, tais como transmissão de doenças, poluição do solo, do ar e da água, obstrução das redes de drenagem, enchentes e degradação ambiental (Telles, 2022). Os equipamentos elétricos e eletrônicos ao fim de seu ciclo de vida, resultam em expressivos volumes de resíduos. “Esses resíduos normalmente não são reciclados, e são despejados em grandes depósitos de lixo trazendo risco à saúde das populações que vivem nas proximidades” (Telles, 2022, p. 27).

Além dos perigos imediatos à saúde pública causados pelo acúmulo de lixo, a alta demanda de fabricação desses aparelhos pressiona o uso dos recursos da natureza, acelerando o esgotamento de matérias-primas e gerando tensões econômicas no cenário mundial. Conforme apontam Oliveira *et al.* (2024), em um modelo industrial pautado pela rotatividade acelerada de bens, a exaustão de matérias-primas ocorre em velocidade crítica, o que não apenas acelera o colapso ambiental, mas também amplia a probabilidade de disputas estratégicas globais por recursos finitos.

[...] os impactos ambientais gerados pelos equipamentos eletroeletrônicos não se caracterizam apenas na fase do pós-consumo. A degradação

ambiental e a poluição gerada por esses produtos começam desde o processo produtivo de industrialização, pois os setores da indústria responsáveis pela produção desses equipamentos são os que mais consomem recursos naturais, tanto com matéria-prima, quanto com água e energia (Simão; Paiva, 2024, p. 162).

Desse modo, o setor tecnológico gera resíduos com elevada carga de toxicidade e complexidade de manejo, fazendo com que seu descarte incorreto represente um duplo prejuízo: o desperdício de matérias-primas não renováveis e o agravamento dos riscos ambientais (Telles, 2022). Essa combinação de desperdício e risco ambiental se torna ainda mais grave quando se analisa o momento do descarte. Quando os aparelhos são jogados em locais errados, a liberação de compostos químicos perigosos afeta diretamente a natureza e a saúde humana, como descrevem os autores adiante:

Os impactos ambientais resultantes do descarte inadequado são extremamente preocupantes. As substâncias tóxicas presentes nesses dispositivos representam uma ameaça séria para o solo, a água e o ar. A liberação dessas substâncias no meio ambiente não apenas coloca em risco a saúde, mas também afeta negativamente os ecossistemas, podendo ter consequências devastadoras para a fauna, a flora [...] (Simão; Paiva, 2024, p. 161).

A maioria dos REEE contém substâncias potencialmente prejudiciais à saúde e ao meio ambiente e podem ser classificados como resíduos Classe I – Perigosos conforme critérios da norma ABNT NBR 10.004:2004, a exemplo de pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e monitores de tubo (CRT). Em suma, todas as pilhas e baterias possuem metais de alta toxicidade, como mercúrio, cádmio, manganês e chumbo que, em contato com o meio exterior, podem reduzir o tempo de vida útil de aterros sanitários e contaminar os solos e lençóis freáticos. Ademais, tais elementos possuem propriedades bioacumulativas. A exposição humana a esses componentes, seja por via cutânea ou por inalação, pode comprometer os sistemas renal, pulmonar, circulatório, reprodutor e neurológico, razão pela qual a desmontagem informal desses dispositivos não é recomendada (Xavier *et al.*, 2025). Os principais elementos nocivos presentes nos REEE bem como seus respectivos impactos fisiológicos e ambientais estão sintetizados no Quadro 4:

Quadro 4 - Principais substâncias tóxicas presentes nos REEE e seus respectivos efeitos nocivos (continua)

Substância	REEE em que está presente	Impactos nocivos à saúde	Impactos nocivos ao meio ambiente
Berílio (Be)	Placas de circuito impresso, computadores e celulares, máquinas de raio-X.	Carcinogênico, com maior incidência no pulmão. Problemas respiratórios e cutâneos (quando em contato com a pele).	Poluir o ar, as águas e o solo.
Cádmio (Cd)	Placas de circuito impresso, monitores CRT, baterias, resistores.	Carcinogênico. Danos hepáticos, ósseos, pulmonares, ao crescimento e desenvolvimento fetal.	Contaminar as águas ocorrendo bioacumulação ao longo da cadeia trófica, pode poluir o ar e o solo.
Chumbo (Pb)	Placas de circuito impresso, celulares, televisões, pilhas, monitores de computadores, baterias.	Danos ao sistema endócrino, nervoso, circulatório, digestivo, reprodutor e imunológico. Prejudicial ao crescimento e desenvolvimento fetal. Efeitos comportamentais negativos.	Contaminar a água e os peixes, levando a biomagnificação e podendo chegar à alimentação dos seres humanos. Polui o ar atmosférico, quando incinerado.
Cromo (Cr) ou cromo hexavalente	Pigmentos em aço inoxidável, revestimentos anticorrosivos, disquetes.	Agente carcinogênico com foco pulmonar. Apresenta alta bioacumulação (pulmões, pele, músculos e tecido adiposo), provocando danos aos sistemas imunológico, reprodutor, hepático e renal. Causa anemia e reações alérgicas severas (asma e bronquite), além de comprometer o desenvolvimento fetal.	Poluir o ar, a água e o solo.
Merúrio (Hg)	Lâmpadas, placas de circuito impresso, celulares, pilhas, equipamentos médicos, telas, monitores LCD, pequenos dispositivos de TI.	Danos permanentes ou fatais ao sistema neurológico, digestivo, imunológico, ocular, cardiovascular, reprodutivo, nervoso, respiratório, renal e hepático. Afeta principalmente o cérebro e os rins.	Contaminar o solo e a água, bioacumulando em peixes e frutos do mar, podendo chegar até a alimentação dos seres humanos.

Quadro 4 - Principais substâncias tóxicas presentes nos REEE e seus respectivos efeitos nocivos (conclusão)

PVC	Usado em fios, cabos e condutores elétricos para isolamento.	Provoca danos aos sistemas imunológico, reprodutor e endócrino, além de causar problemas respiratórios. Se incinerado incorretamente, o vapor inalado pode ser cancerígeno, afetando pulmões e pele.	Degradar o solo, com a perda da fertilidade.
Retardantes de chamas (BFR)	Telas e monitores, placas de circuito impresso, conectores, fios e cabos.	Danos hormonais, nervosos e reprodutivos. Pode causar câncer.	Gerar compostos tóxicos ao serem queimados e perda de vegetação.

Fonte: Adaptado de Forti *et al.* (2020), Franco *et al.* (2021), WHO (2021), Richter *et al.* (2022), Baldé *et al.* (2024), Xavier *et al.* (2025).

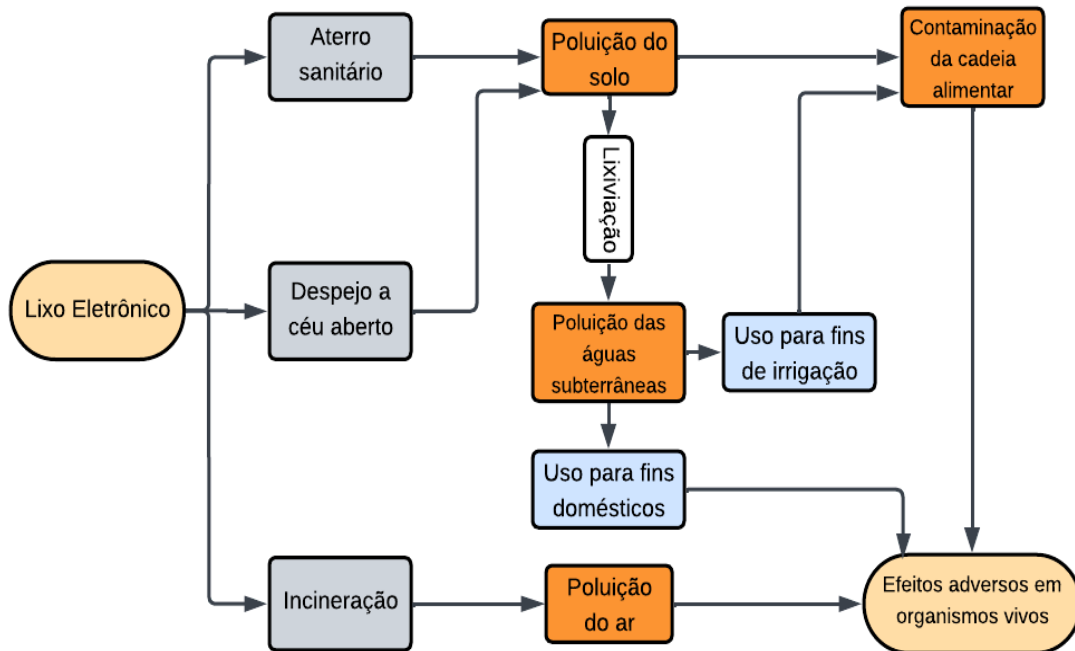
Associados aos componentes metálicos, os termoplásticos, como o cloreto de polivinila (PVC), constituem polímeros amplamente utilizados no isolamento de fios e cabos elétricos. Embora sejam passíveis de aquecimento e remodelação, sua decomposição térmica ou combustão inadequada libera substâncias altamente tóxicas e persistentes, a exemplo dos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) (WHO, 2021).

3.5.1 Principais Mecanismos de Contaminação

A manipulação inadequada de resíduos eletroeletrônicos resulta em severos danos ambientais, que podem ocorrer inicialmente “[...] por meio do chorume que é produzido com o tempo e se infiltra no solo e lençóis freáticos. Ao entrar em contato com os lençóis freáticos, essas substâncias, consequente, contaminam a água que é utilizada no dia a dia pelo homem” (Simão; Paiva, 2024, p. 161).

As substâncias tóxicas são transportadas pela água por meio da lixiviação, “processo para determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator” (ABNT, 2004). Tal fenômeno arrasta poluentes para camadas profundas, introduzindo contaminantes no solo e provocando a poluição de aquíferos. Alinhada a esse cenário, a emissão de vapores tóxicos oriundos da queima de componentes eletrônicos afeta o ecossistema local, processos estes ilustrados na Figura 1:

Figura 1 - Fluxograma das principais vias de contaminação por REEE



Fonte: Adaptado de Ankit *et al.* (2021).

Dada a diversidade de materiais e a periculosidade das substâncias tóxicas constituintes, a reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos exige métodos avançados de separação e tratamento para garantir a mitigação de riscos ambientais e ocupacionais.

3.6 Gerenciamento de Resíduos Eletroeletrônicos (REEE)

Estima-se que 14 bilhões de kg de lixo eletrônico foram descartados de forma inadequada em todo o mundo no ano de 2022 em lixeiras normais, juntamente com outros resíduos domésticos. Geralmente, itens menores, como lâmpadas, pequenos equipamentos de TI e outros dispositivos, são descartados junto com resíduos comuns e, portanto, tratados como lixo doméstico misto, enquanto itens maiores são coletados como resíduos volumosos e potencialmente incinerados ou despejados em aterros sem reciclagem de materiais, dependendo da infraestrutura de gestão de resíduos do país. Presume-se que cerca de 16 bilhões de kg de e-lixo sejam gerenciados em todo o mundo por revendedores ou empresas que realizam coleta e atividades fora dos esquemas formais (Baldé *et al.*, 2024).

Quando gerenciados corretamente, os equipamentos são entregues a um estabelecimento responsável pela reciclagem, e passam por uma triagem inicial, na qual são separados em uma classificação por cores. Em seguida, passam pelo processo de desmanche e, em seguida, são separados em porções pré-definidas. Assim, os elementos em boas condições de uso serão reaproveitados, enquanto os danificados, até mesmo os elementos químicos que os compõem, passarão por um processo de fundição para serem reutilizados em outras coisas, como é o caso dos plásticos que envolvem os eletrônicos (Raduns, 2022).

O processo de recuperação dos componentes dos REEE pode ser dividido em etapas e/ou de acordo com os componentes constituintes do equipamento, englobando processos como:

- Desmontagem física: separação manual ou mecânica de componentes eletrônicos em partes ou categorias de materiais;
- Pirólise: processo de decomposição térmica realizado na ausência de oxigênio, que converte componentes orgânicos como plásticos, em gás, óleo e carvão, concentrando os metais no resíduo. Atua em temperaturas elevadas e é apropriado para resíduos como placas de circuito impresso e invólucros plásticos;
- Hidrometalurgia: utiliza soluções químicas aquosas, como ácidos ou agentes oxidantes, para lixiviar seletivamente metais de resíduos eletrônicos triturados ou pré-tratados, facilitando altas taxas de recuperação de metais como cobre e ouro;
- Biometalurgia: consiste na aplicação de microrganismos, como bactérias ou fungos, para a extração de metais por meio biológico, como oxidação e redução. Esta técnica é eficaz no tratamento de resíduos eletrônicos de complexidade variada e destaca-se por mitigar a geração de subprodutos tóxicos em comparação aos métodos convencionais;
- Extração com fluido supercrítico (SFE): faz uso de fluidos como o CO₂ ou água com temperatura e pressão acima de seus pontos críticos para dissolver e extrair os materiais pretendidos (Smith; Behdad, 2025).

Cada processo influi em impactos sociais, ambientais e econômicos, incluindo riscos à saúde e segurança ocupacional, consequências na saúde pública e perturbações socioeconômicas. Embora a desmontagem física e a hidrometalurgia sejam os métodos mais usuais, seus riscos à saúde e incertezas ambientais são pontos críticos. Alternativas como a biometalurgia e a pirólise oferecem vantagens como baixa toxicidade e recuperação energética, respectivamente, mas sofrem com gargalos de eficiência e segurança.

Paralelamente, os fluidos supercríticos surgem como uma rota tecnicamente viável, porém ainda dependente de otimização de custos e operação (Smith; Behdad, 2025).

A gestão de resíduos eletroeletrônicos tem sido realizada no Brasil a partir da integração entre a atuação de associações, cooperativas, empresas de reciclagem e mobilização social com a entrega dos resíduos em PEVs. A atividade das recicladoras e cooperativas de reciclagem consiste na intermediação da coleta, segregação e estocagem dos REEE (Giese *et al.*, 2021).

Conforme a ordem de prioridade estabelecida pela PNRS (Lei nº 12.305/2010), o gerenciamento de REEE deve buscar, primordialmente, a redução do descarte precoce e a reutilização de componentes. Somado a isso, o Decreto nº 10.936/2022 impõe às empresas a obrigatoriedade de elaborarem Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), de forma individual ou coletiva. Com esse suporte legal, espera-se que o reaproveitamento de eletrônicos seja ampliado no país, visto que o reuso dessa classe de resíduos no Brasil ainda se encontra em estágio inicial (Brasil, 2010; Marchi; Santos, 2022).

3.6.1 Reciclagem e Trabalhadores Informais

A mineração é o alicerce da indústria manufatureira, fornecendo matérias-primas para bens essenciais que beneficiam toda a sociedade. Atualmente, o setor tem evoluído para modelos de negócio que buscam se adequar às diretrizes globais de sustentabilidade. Nesse cenário, ganha força a premissa de que resíduos podem ser explorados de forma análoga à mineração tradicional para gerar insumos secundários de alto valor e baixo impacto ambiental. Essa abordagem permite reduzir os custos de produção industrial e transformar a gestão de resíduos eletrônicos em uma mineração urbana lucrativa. Todavia, existem impactos potenciais no meio ambiente, na saúde, nas comunidades e nas economias das áreas vizinhas nas quais a mineração ocorre (Xavier *et al.*, 2021).

Em muitos países de baixo e médio rendimento, um número significativo de trabalhadores independentes está envolvido em coleta e reciclagem informal de lixo eletrônico. Eles efetuam o recolhimento de porta em porta em residências, empresas e instituições públicas e vendem para reparo, reforma ou desmontagem. Enquanto desmontadores quebram manualmente o equipamento em componentes comercializáveis e materiais, os recicladores usam queima, lixiviação e técnicas de fusão para converter lixo eletrônico em matérias-primas secundárias. Essa atividade, por ser realizada sem padrões de

tratamento, leva à perda significativa de recursos, alta poluição ambiental, problemas de saúde e riscos para os trabalhadores e para a comunidade local (Baldé *et al.*, 2024).

Os trabalhadores nos centros informais de processamento são principalmente adultos e crianças, com conhecimentos insuficientes ou inexistentes sobre o impacto negativo que essas atividades podem ter em sua saúde. O contato direto com substâncias prejudiciais pode ocorrer já nas etapas iniciais, comumente na desmontagem física. Métodos informais de desmonte, baseados em ferramentas manuais, como martelo, e processos térmicos inadequados, geram perigos biológicos e químicos substanciais. A ausência de supervisão médica e de equipamentos de proteção individual (EPIs) potencializa a incidência de distúrbios respiratórios, toxicidade sistêmica por metais pesados e impactos no desenvolvimento. Apesar do cenário crítico, ainda faltam dados empíricos sobre a magnitude e as consequências a longo prazo dessas exposições. Apesar das preocupações com a saúde comunitária, a gestão informal de resíduos eletroeletrônicos é um pilar de subsistência em determinadas geografias. Ao oferecer uma alternativa econômica a práticas mais perigosas e ilícitas, o setor revela a tensão entre a urgência financeira das populações vulneráveis e a exposição a contaminantes ambientais (Smith; Behdad, 2025).

3.6.2 Logística Reversa

A logística reversa (LR) se caracteriza por um conjunto de ações, procedimentos e meios para viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para aproveitamento ou destinação ambientalmente correta. Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, dentre outros, são obrigados a implementar e estruturar sistemas para gestão de resíduos pós-consumo, independentemente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (Telles, 2022).

A LR busca aperfeiçoar o manejo dos resíduos no Brasil, sendo considerada como uma ferramenta apropriada para preservação ambiental. Ela se encontra entre os princípios e instrumentos introduzidos pela PNRS e está diretamente ligada a outro princípio da Lei, o da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (Marchi; Santos, 2022).

No país, a operacionalização da logística reversa de REEE fundamenta-se em acordos setoriais e decretos federais, que estabelecem metas progressivas para a recuperação desses materiais. Atualmente, a gestão desse sistema é centralizada por duas principais entidades gestoras: a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos

(ABREE) e a Green Eletron. A esse respeito, a Green Eletron reportou que, em 2024, recuperou aproximadamente 7.300 toneladas de materiais, os quais foram reaproveitados ou recuperados, permitindo sua efetiva reinserção na cadeia produtiva (ABREMA, 2025).

Contudo, a plena eficácia desses sistemas depende diretamente do cumprimento da responsabilidade compartilhada. Nesse sentido, quando estabelecido o sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada, os consumidores ficam legalmente obrigados a acondicionar e disponibilizar adequadamente os resíduos gerados (Telles, 2022). Apesar desse respaldo normativo, a operacionalização da Logística Reversa de eletroeletrônicos enfrenta obstáculos específicos, como a grande diversidade de formas, tamanhos e componentes, que exigem técnicas distintas de reciclagem. Aliado a isso, uma parcela significativa da população ainda retém aparelhos obsoletos em domicílio, conforme apontado por Giese *et al.* (2021), o que retarda o encaminhamento desses materiais aos fluxos de recuperação e evidencia a necessidade de maior engajamento social para o fechamento do ciclo de vida dos produtos.

3.7 Economia Circular e Sustentabilidade

A Economia Linear é um modelo tradicional de produção baseado na extração, fabricação, uso e descarte de materiais. Esse sistema ignora a capacidade regenerativa do planeta, resultando no esgotamento de reservas naturais importantes. Essa exploração contínua provoca a escassez de recursos e a indisponibilidade de matérias-primas para a indústria, além de contribuir para o agravamento do aquecimento global devido à alta emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE). Inversamente, o modelo emergente é denominado Economia Circular (EC), um sistema regenerativo que possibilita que o resíduo seja abolido ou minimizado ao máximo. Esse padrão enfatiza a importância de conceitos como compartilhar, consertar e reutilizar produtos e materiais, garantindo que os recursos extraídos permaneçam em uso pelo maior tempo possível (Campello, 2021).

Para tanto, nessa conversão, “o desenvolvimento de redes e compromissos de economia circular entre governos municipais, empresas e sociedade civil pode ser um primeiro passo para parcerias e ações mais profundas” (Silva, 2021, p. 958). A gestão pública desempenha papel fundamental para a eficácia da implementação da EC.

As políticas públicas propulsoras do modelo circular, no que lhe concerne, demonstram o seu papel de incentivo e poderão ser, a princípio, adequadas a cada realidade do país em questão, como experiência pela União Europeia e

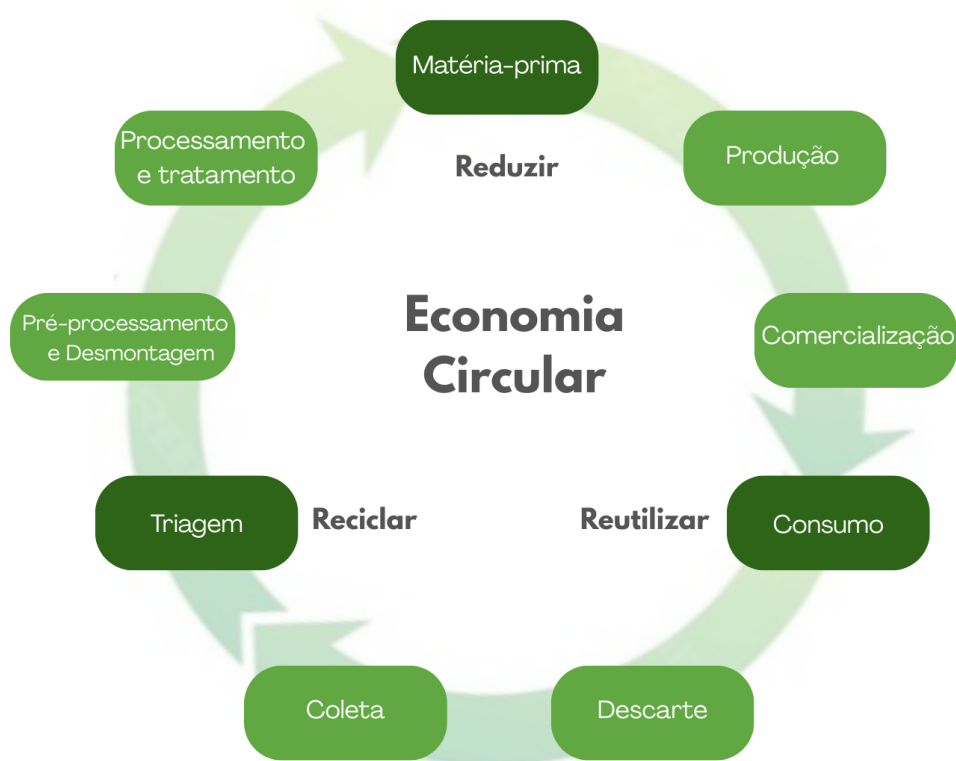
a China. Além disso, a presença de parcerias público-privada, principalmente de longo prazo, se faz necessária para que a mudança disruptiva do modelo de negócio vigente aconteça (Silva, 2021, p. 964).

No Brasil, a legislação para esse arranjo econômico é recente e encontra-se em estágio de estruturação. A base fundamental parte da PNRS, ao estabelecer a responsabilidade compartilhada e a logística reversa como pilares da circularidade. Todavia, o marco regulatório mais significativo ocorreu com a promulgação do Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024, que instituiu a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC), com o objetivo de promover a transição do modelo de produção linear para uma economia circular, incentivando o uso eficiente dos recursos naturais e o desenvolvimento de práticas sustentáveis ao longo da cadeia produtiva (Brasil, 2010; Brasil, 2024). De acordo com o Art. 2º do referido dispositivo legal:

[...] considera-se economia circular o sistema econômico de produção que mantém o fluxo circular de recursos e associa a atividade econômica à gestão circular dos recursos, por meio da adição, retenção ou recuperação de seus valores, e que se baseia nos princípios da não geração de resíduos, da circulação de produtos e materiais e da regeneração (Brasil, 2024).

O presente instrumento lista as diretrizes e os objetivos da ENEC, incluindo a eliminação da poluição e a redução da geração de rejeitos e resíduos. Essa transição permite reduzir a dependência de recursos virgens ao priorizar a manutenção de produtos, componentes e materiais em ciclos fechados. Ao fomentar a mineração urbana e desestimular o extrativismo primário, tais estratégias mitigam o consumo energético e as emissões de poluentes, elevando os índices de sustentabilidade. Embora a reciclagem seja essencial e aplicada na última fase do ciclo, ela representa a etapa de maior custo e complexidade técnica para a reintrodução de materiais na cadeia produtiva. A fim de consolidar uma imagem corporativa sustentável, as organizações priorizam a redução de substâncias perigosas e a reciclagem, enquanto educam o consumidor sobre as possibilidades de reuso. Nesse contexto, a tríade dos 3Rs principais (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), a logística reversa e a mineração urbana emergem como pilares fundamentais da economia circular (Xavier *et al.*, 2021), conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Inter-relação da Logística Reversa, os 3Rs e a Economia Circular



Fonte: Adaptado de Giese *et al.* (2021).

Nessa perspectiva, equipamentos que seriam descartados passam a ser reutilizados. Quando a reutilização não é mais viável, o descarte adequado via logística reversa permite que esses bens de pós-consumo retornem ao ciclo produtivo, reduzindo a extração de matérias-primas e o consumo de água e energia na fabricação de novos produtos (Simão; Paiva, 2024).

Em um cenário em que a crescente produção de REEE revela uma questão de ordem ética, social e ambiental, torna-se indispensável adotar uma abordagem teórica interdisciplinar que articule conceitos como a sustentabilidade, entendida como a articulação equilibrada entre as dimensões social, econômica e ambiental, de modo a assegurar o bem-estar coletivo e a preservação dos recursos naturais ao longo do tempo. Essa ideia acarreta um compromisso ético com práticas responsáveis que englobam desenvolvimento, inclusão social e proteção ambiental de forma interdependente e duradoura (Martins *et al.*, 2025). A sustentabilidade, portanto, está entrelaçada a ações e atividades humanas que têm por objetivo suprir as necessidades atuais dos indivíduos, sem comprometer o futuro das próximas gerações, o que está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente (Telles, 2022).

3.7.1 Educação Ambiental e Conscientização Pública

Na legislação brasileira, a Lei 9.795 da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída em 27 de abril de 1999, define a educação ambiental (EA) como processos pelos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências para conservar o meio ambiente. Em seu artigo 3º, o dispositivo configura que todos têm direito à EA como parte do processo educativo mais amplo, incumbindo: “à sociedade como um todo, manter atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais.” (Brasil, 1999).

A EA configura-se como um instrumento estratégico na mitigação de lacunas de conhecimento, provendo o aporte informativo e as competências necessárias para a transformação de comportamentos e a consolidação de práticas sustentáveis no manejo de resíduos produzidos. Sobre a relevância dessa abordagem, é possível esclarecer que:

[...] temos que a educação ambiental desempenha um papel fundamental na promoção da mudança de comportamento em relação ao descarte de lixo eletrônico, pois por meio da conscientização, as pessoas são informadas sobre os impactos ambientais e os riscos à saúde associados ao descarte inadequado desses resíduos, o que as leva a adoção de práticas mais responsáveis, como a doação ou a venda para reutilização, antes da opção pelo descarte (Simão; Paiva, 2024, p. 164).

Observa-se que o cidadão, enquanto consumidor, exerce uma função determinante em todas as etapas do ciclo de vida dos produtos, desde a decisão de compra, pautada por critérios de sustentabilidade, até a boa utilização para a extensão da vida útil e o descarte pós-consumo adequado. Desse modo, o indivíduo detém a oportunidade de agir com responsabilidade social e ambiental, tornando-se capaz de influenciar diretamente empresas e governos a agir com eficiência na gestão dos resíduos (Oliveira *et al.*, 2024). Ademais, a falta desse conhecimento contribui diretamente para práticas inadequadas de descarte de REEE, privando os cidadãos da ciência de que os eletroeletrônicos podem ser reciclados se forem destinados de maneira correta.

Sob uma perspectiva histórica, ocorreu em 1992 a ECO-92, Conferência Mundial sobre Meio Ambiente, realizada na cidade do Rio de Janeiro, resultando em um documento conhecido como Agenda 21, que sistematiza um plano de ações com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, no qual 179 países assumiram o compromisso de contribuir para

a preservação do meio ambiente. É uma ferramenta usada no planejamento participativo, por meio da qual se reconhece o dever dos governos de promover ações e iniciativas ambientais por meio de políticas que visam à igualdade social e à preservação do meio ambiente (Telles, 2022).

Dessa forma, no contexto dos REEE, a conscientização pública atua como catalisador da logística reversa, transformando o conhecimento teórico em ação prática de descarte. Sem uma estratégia educativa que alcance o consumidor final, os ciclos de recuperação de materiais tornam-se ineficientes, perpetuando o modelo linear de consumo e o consequente passivo ambiental.

3.7.2 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Em 2015, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram criados pela ONU para promover o desenvolvimento humano e sustentável até 2030, resultando na Agenda 2030. Com a adesão de 193 países membros, os ODS contemplam os três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental (Jugend; Bezerra; Souza, 2022). Muitas das metas propostas relacionam-se com a gestão global de resíduos, impactando diretamente a qualidade de vida e do ecossistema. A gestão adequada de resíduos sólidos correlaciona-se diretamente com o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), que preconiza a redução substancial da geração de resíduos por meio da reciclagem e do reuso. Além disso, ao evitar a contaminação de solos e lençóis freáticos por seus poluentes, o manejo correto dos REEE contribui para o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis). Tais práticas garantem a preservação de recursos naturais essenciais e impactam, ainda que indiretamente, as demais metas da agenda global, conforme ilustrado na Figura 3:

Figura 3 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Adaptado de Generation Brasil (2026).

Entre os objetivos expostos na Figura 3, destacam-se aqueles afetados pela dinâmica dos REEE. A relevância desses ODS para o presente estudo reside na capacidade de mitigar danos ambientais, como a contaminação de solos e águas, e fomentar a economia circular, conforme detalhado a seguir:

ODS 3. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;

ODS 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;

ODS 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos;

ODS 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;

ODS 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;

ODS 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos;

ODS 14. Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;

ODS 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;

ODS 17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

4 METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, uma vez que essa classificação abrange investigações que visam gerar conhecimentos para aplicação prática e solução de problemas específicos identificados na sociedade. Quanto aos objetivos, a pesquisa é de caráter exploratório e descritivo. O viés exploratório busca conferir maior familiaridade com o problema, enquanto o aspecto descritivo foca no levantamento das características e propriedades do fenômeno estudado (Gil, 2022).

O método utilizado é o estudo de caso, tendo como objeto o município de Martins, localizado no estado do Rio Grande do Norte (RN). Segundo Gil (2022), esse delineamento configura-se pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado. No que se refere à abordagem, a investigação é de natureza mista (qualitativa e quantitativa). Enquanto a vertente quantitativa permite mensurar os resultados em termos numéricos, a qualitativa foca nas descrições verbais e percepções da população entrevistada.

4.1 Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Martins, situado na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião de Umarizal, a uma distância de aproximadamente 383 km da capital, Natal/RN. Conforme os dados do Censo de 2022, a localidade apresenta uma área territorial de 169,464 km², com população de 8.179 habitantes e densidade demográfica de 48,26 hab./km² (IBGE, 2023). Quanto aos aspectos climáticos, a região caracteriza-se por apresentar temperaturas amenas, com média anual de 23°C, apresentando variações entre 21°C de junho a agosto e 24°C de novembro a janeiro (Medeiros; Cestaro; Queiroz, 2021). Geograficamente, o município limita-se com as cidades de Serrinha dos Pintos, Portalegre, Viçosa e Umarizal, conforme mapeado na Figura 4.

Figura 4 - Mapa geográfico de Martins



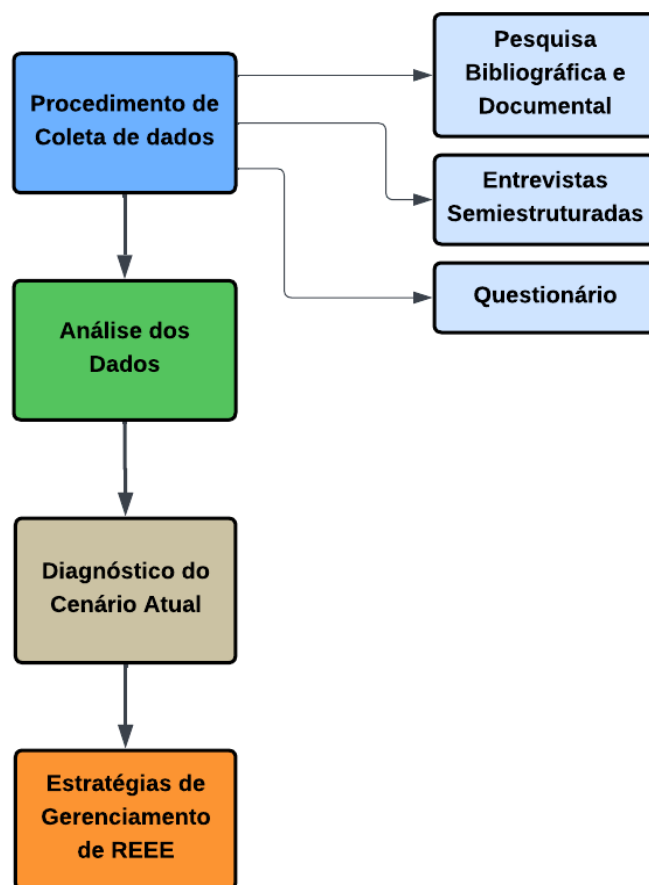
Fonte: Adaptado de Google Maps (2026).

Conforme dados do Instituto Água e Saneamento (2024), o serviço de coleta de resíduos sólidos no município atende a 61,3% da população total. Diante disso, os resíduos de aproximadamente 3.199 habitantes não são recolhidos de forma domiciliar regularmente. Ademais, verifica-se a ausência de declaração oficial quanto à prática de coleta seletiva local, o que evidencia os desafios para o gerenciamento sustentável de materiais específicos, como os eletroeletrônicos.

4.2 Percurso metodológico

O percurso metodológico adotado neste trabalho foi estruturado de forma a garantir a coerência entre os objetivos propostos e os procedimentos utilizados para alcançá-los. Inicialmente, foram desenvolvidos os procedimentos de coleta de dados, nos quais se realizou um levantamento teórico por meio de revisão bibliográfica e documental, aplicação de entrevistas e questionário, conduzidos de maneira sistemática para assegurar a confiabilidade das informações obtidas. Em seguida, foi realizada a análise de dados. A partir desses dados, realizou-se o diagnóstico do cenário atual, e com base nele, elaboraram-se indicações de estratégias de gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos, alinhadas às necessidades identificadas e às diretrizes de sustentabilidade aplicáveis. A Figura 5 apresenta o fluxograma do percurso metodológico ao longo do trabalho, sintetizando as etapas realizadas.

Figura 5 - Fluxograma do percurso metodológico da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2026).

Para a execução do percurso metodológico sintetizado no fluxograma, adotaram-se os procedimentos descritos nos tópicos subsequentes.

4.2.1 Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta de dados foi organizada em duas etapas complementares, garantindo maior consistência e confiabilidade às informações. A primeira etapa consistiu na realização das pesquisas bibliográfica e documental, fundamentada em publicações acadêmicas, legislações, relatórios técnicos e artigos científicos. Para Marconi e Lakatos (2021), tal procedimento constitui um dos primeiros passos essenciais para a investigação científica, pois permite recolher informações prévias e fundamentar teoricamente o campo de interesse.

A segunda etapa correspondeu à pesquisa de campo, que, conforme preconizam Marconi e Lakatos (2021, p. 21), “constitui-se em levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem”. Nessa fase, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com

agentes públicos, com a finalidade de avaliar a existência e a efetividade de políticas públicas, programas ou iniciativas locais voltadas à gestão de resíduos eletroeletrônicos, também com comerciantes do setor de eletroeletrônicos e funcionários da limpeza pública, com o intuito de identificar os locais de descarte mais comuns e compreender os principais desafios operacionais enfrentados pelos setores. Além disso, aplicou-se um formulário virtual, via *Google Forms*, junto à população local, estratégia que buscou investigar o nível de conhecimento e o grau de engajamento dos cidadãos quanto ao descarte correto desses materiais no município de Martins/RN.

4.2.1.1 Pesquisa Bibliográfica e Documental

Este passo consistiu no levantamento de informações para embasar teórica e juridicamente o estudo. A pesquisa bibliográfica foi realizada em portais e bases de dados de alto impacto acadêmico, incluindo o Portal de Periódicos CAPES, *Scopus* e *ScienceDirect*, além do Google Acadêmico e *SciELO*. Foram utilizados descritores em português e seus correspondentes em inglês, como "*Electronic Waste*", "*Reverse Logistics*", "*E-waste Management*" e "*Circular Economy*". Paralelamente, a pesquisa documental focou na análise da legislação vigente, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), e na busca por diretrizes municipais e dados de saneamento nos portais oficiais da Prefeitura de Martins, da Câmara de Vereadores, do IBGE e do Instituto Água e Saneamento.

4.2.1.2 Entrevistas Semiestruturadas

Nesse procedimento, foram realizadas entrevistas presenciais, entre os meses de maio e junho de 2026, com três grupos estratégicos divididos em agentes públicos, comércio local e funcionários da limpeza pública, com o objetivo de compreender as diferentes facetas da gestão de resíduos no município. Para o grupo de agentes públicos, a entrevista reuniu 21 perguntas, distribuídas entre discursivas e objetivas, com o intuito de compreender a existência e a eficácia de políticas públicas, programas ou iniciativas locais voltadas à gestão de REEE gerados na cidade, conforme consta no Apêndice A. Para os respondentes do comércio local, foram articuladas 10 perguntas mistas, direcionadas a compreender as práticas de descarte, o conhecimento sobre logística reversa e os desafios enfrentados pelo comércio local desses equipamentos, segundo o exposto no Apêndice B. De forma distinta, o roteiro aplicado aos funcionários da limpeza pública também contou com 10 perguntas, visando

captar a perspectiva desses trabalhadores frente aos locais de descarte mais comuns e aos riscos no manejo desses resíduos, conforme exposto no Apêndice C. No início de cada abordagem, os participantes foram informados sobre a natureza estritamente acadêmica da pesquisa, o caráter voluntário da participação e a garantia de seu anonimato.

4.2.1.3 Questionário

A coleta de dados com os cidadãos ocorreu de forma digital por meio de um formulário estruturado na plataforma *Google Forms*, disponível durante o período de 04 de maio a 04 de junho de 2026. O *link* da pesquisa foi distribuído por meio de grupos de mensagens instantâneas (*WhatsApp*) e disponibilizado via *QR Code* impresso e exposto nos murais da Prefeitura Municipal e da Secretaria de Educação, alcançando moradores de diferentes bairros de Martins/RN. O questionário foi composto por 17 perguntas e dividido em seções que abordam desde o perfil do respondente até seus hábitos de armazenamento de aparelhos velhos e o conhecimento sobre o descarte correto, conforme o Apêndice D. Na primeira tela do formulário, apresentou-se o tema do trabalho, juntamente com a informação ao participante sobre o caráter voluntário e o anonimato da pesquisa.

4.2.2 Análise dos Dados

Os dados coletados foram organizados e submetidos a procedimentos sistemáticos de tratamento, a fim de viabilizar a análise das informações dos diferentes públicos-alvo. As informações de natureza qualitativa, obtidas por meio das respostas abertas das entrevistas, foram tratadas mediante análise descritiva e interpretativa, buscando contextualizar os relatos e as percepções dos entrevistados frente à realidade operacional local. Por sua vez, as respostas de caráter quantitativo extraídas do *Google Forms* foram tabuladas e submetidas à estatística descritiva simples, viabilizando a conversão das frequências absolutas em valores percentuais para a sistematização dos resultados e geração de gráficos e tabelas.

A análise dos dados foi conduzida à luz das categorias teóricas discutidas na fundamentação, especialmente logística reversa, economia circular, educação ambiental, responsabilidade compartilhada e sustentabilidade. Esse processo permitiu confrontar, quando possível, as percepções empíricas dos moradores, trabalhadores da limpeza, comerciantes e agentes públicos com as exigências e diretrizes estabelecidas pela legislação vigente.

4.2.3 Diagnóstico do Cenário Atual

O diagnóstico do cenário atual foi consolidado a partir da integração e da síntese dos resultados obtidos nas etapas de análises bibliográfica e documental, entrevistas com os atores estratégicos (agentes públicos, comerciantes e funcionários da limpeza) e questionário aplicado à população. Essa etapa consistiu no mapeamento estruturado da realidade local, permitindo identificar as principais conformidades e inconformidades técnico-operacionais do município de Martins/RN em relação à gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Para a estruturação do diagnóstico, o panorama municipal foi avaliado sob quatro dimensões fundamentais: a) infraestrutura e logística de recolhimento; b) nível de percepção e engajamento da população; c) panorama do comércio local frente à logística reversa; e d) capacidade institucional e regulamentar do poder público. Dessa forma, o confronto dessas dimensões permitiu evidenciar os gargalos operacionais e os pontos críticos do fluxo dos resíduos, servindo de base empírica indispensável para a proposição posterior de melhorias.

O diagnóstico foi construído considerando os parâmetros estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, pelos princípios da economia circular e pelas diretrizes da logística reversa, possibilitando avaliar o grau de aderência da realidade municipal às práticas preconizadas na literatura e na legislação.

4.2.4 Estratégias de Gerenciamento de REEE

A fase final do trabalho consistiu na indicação de diretrizes práticas para o gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos no município. A partir do diagnóstico das falhas destacadas nas etapas anteriores, foram indicadas estratégias de acordo com a realidade de Martins/RN. Essas sugestões englobam a indicação de locais estratégicos para PEVs, parcerias entre o comércio e a instituição pública, e ações de educação ambiental voltadas à conscientização da comunidade local sobre o descarte correto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo expõe os dados mais relevantes levantados por intermédio das entrevistas realizadas com representantes dos órgãos públicos, comércio local e funcionários da limpeza pública, e do questionário aplicado à comunidade local de Martins/RN. Na sequência, os dados foram interpretados com base na literatura, articulando as evidências práticas ao embasamento teórico para contemplar o objetivo central do estudo de analisar o cenário atual do descarte de resíduos eletroeletrônicos no município, finalizando com a indicação de estratégias sustentáveis para seu gerenciamento.

5.1 Análise das Entrevistas

Inicialmente, as entrevistas foram realizadas com três grupos seletos, divididos em agentes públicos, comércio local, e funcionários da limpeza pública. Esse conjunto contribuiu com informações relevantes acerca das indagações contempladas em cada abordagem.

5.1.1 Agentes Públicos

Ao todo, foram entrevistados quatro agentes públicos, representantes dos Poderes Executivo e Legislativo do município. Para compreender a governança e o panorama institucional do manejo dos REEE em Martins/RN, buscou-se inicialmente identificar a estrutura organizacional local. Ao analisar as respostas referentes à pergunta “Qual secretaria ou departamento é responsável pela gestão de lixo eletrônico na cidade? ”, observou-se uma variação nas indicações, visto que o agente 1 afirmou que a prefeitura não dispõe de um setor específico para essa finalidade, enquanto os demais servidores apontaram a Secretaria de Obras, Transporte e Infraestrutura como a responsável.

Dando continuidade ao mapeamento normativo, quando perguntados se “Existe alguma Lei Municipal específica sobre a gestão de resíduos sólidos ou incentivo à reciclagem em vigor? ”, os representantes do Poder Legislativo informaram positivamente e disponibilizaram o documento correspondente à legislação vigente (Lei Municipal nº 597/2014, conforme ANEXO A). Na sequência, ao serem questionados se “Existe alguma regulamentação municipal sobre o descarte de lixo eletrônico? Quais? ”, todos os participantes responderam de forma unânime que atualmente não há nenhuma norma

específica no município, tendo um dos agentes acrescentado que o descarte do material é realizado de forma conjunta com os resíduos comuns. Esse cenário contraria frontalmente as diretrizes da PNRS (Lei nº 12.305/2010), especificamente no que diz respeito à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, compreendida como um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas entre o setor empresarial, os consumidores e o poder público.

No que diz respeito à articulação regional para o manejo desses materiais, quando perguntados se “O município de Martins faz parte de algum consórcio intermunicipal para a gestão de resíduos sólidos que inclua a destinação de eletroeletrônicos? ”, a maioria (75%) respondeu positivamente, apontando a integração ao CIMOP (Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos). Essa adesão corrobora a Lei Estadual nº 11.669/2024, que inclui os consórcios intermunicipais para a gestão associada da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como instrumento da PERS/RN. Para mais, os gestores informaram que todos os resíduos sólidos urbanos coletados em Martins são enviados para o aterro sanitário localizado em Rodolfo Fernandes/RN, mantido pelo consórcio, sem a prévia separação, oportunidade em que um dos agentes enfatizou que lá é feita a triagem seletiva desses resíduos.

Avançando para o planejamento de longo prazo, quando perguntado se “Há algum planejamento ou plano de gestão específico para o lixo eletrônico na cidade? Se sim, qual a descrição? ”, três dos representantes afirmaram haver planejamento, e o agente 2 detalhou que há um projeto em andamento, de iniciativa do próprio município, para a implantação de uma estação de transbordo e coleta seletiva que abrangerá os resíduos tecnológicos, prevendo uma parceria com o CIMOP e o SEBRAE para formalizar e capacitar os trabalhadores que operam de modo informal na região. Em contrapartida, quando perguntado se “Existe algum plano ou estudo em andamento para a implantação da coleta seletiva (especialmente para REEE) no município? ” O agente 2 destacou sua resposta anterior e dois respondentes afirmaram não saber informar, enquanto outro deles mencionou haver a separação da poda de árvores em relação ao lixo doméstico, sem dados específicos sobre os equipamentos eletrônicos.

Ao analisar as respostas referentes à pergunta “A cidade possui pontos de coleta específicos para lixo eletrônico? Se sim, quantos existem e onde estão? Se não, qual o motivo (verba, escala/volume ou falta de parceria)? ”, constatou-se que todos os agentes responderam negativamente sobre a existência atual desses locais, sendo a falta de parceria o motivo mais apontado. A ausência de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) fixos reflete um impasse na aplicação do Artigo 33 da PNRS quanto à consolidação da Logística Reversa, por parte dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. O agente 2 e 3 acrescentaram um

dado histórico importante, lembrando que anteriormente havia coletores de pilhas em alguns pontos do município por iniciativa da UFERSA, mas que foram descontinuados; além disso, o agente 1 realçou que a escassez de tempo de sua equipe, devido às demandas intensas do turismo local, atua como um fator impeditivo.

Diante da falta de pontos fixos, quando perguntados se “Hoje, o lixo eletrônico é coletado de forma separada do lixo doméstico comum em algum momento (mesmo que por demanda agendada ou campanhas)? ”, dois agentes responderam positivamente, indicando que o recolhimento ocorre por meio de demanda agendada. Todavia, ao serem indagados se “O município tem parcerias com empresas ou organizações para a coleta e reciclagem de lixo eletrônico? Caso afirmativo, com quais entidades ou empresas? ”, apenas o agente 2 respondeu afirmativamente, indicando o próprio consórcio CIMOP como o executor da triagem dos resíduos destinados ao aterro sanitário.

A identificação de iniciativas comunitárias locais foi abordada quando perguntados se “Existem empresas ou cooperativas locais envolvidas na reciclagem e reaproveitamento do lixo eletrônico na cidade? Qual o nome e tipo de parceria? ”, oportunidade em que o agente 3 respondeu que, na época em que o lixão municipal operava, existiam catadores locais atuando na área, atividades que deixaram de existir a partir do momento em que os resíduos passaram a ser transferidos para fora do município. Os demais entrevistados afirmaram que não há iniciativas locais ou que não possuíam informações sobre o tema. Do mesmo modo, quando perguntados se “Existe algum diálogo ou fiscalização junto ao comércio local para que atuem como pontos de entrega voluntária (logística reversa)? ”, a maior parte dos representantes declarou que atualmente não há esse tipo de articulação ou monitoramento junto aos estabelecimentos comerciais varejistas. Essa realidade confronta o princípio da responsabilidade compartilhada instituído pela PNRS, atribuída tanto aos comerciantes quanto aos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

A verificação do destino pós-consumo foi avaliada ao analisar as respostas para a pergunta “Como o lixo eletrônico coletado é processado hoje? ”, na qual se verificaram duas percepções distintas: os representantes do Poder Executivo apontaram a opção de que os materiais são enviados para aterros sanitários junto com os demais resíduos urbanos, enquanto os representantes do Poder Legislativo indicaram a alternativa de encaminhamento para centros de reciclagem especializados.

A interface com a comunidade local foi mapeada quando perguntados se “O órgão municipal já recebeu demandas ou reclamações da população sobre o descarte de eletrônicos ou a falta de coleta seletiva?”, oportunidade em que o agente 2 e 3 confirmaram a ocorrência

de manifestações tendo o agente 2 acrescentado que a população descarta inadequadamente e, ao mesmo tempo, realiza denúncias, sendo comum encontrar aparelhos da Linha Marrom (como televisores), conforme apresentado por Silva *et al.* (2023) e Martins *et al.* (2023), descartados junto a restos de comida e plásticos. Em contrapartida, o agente 1 informou que não há registros de reclamações oficiais, indicando que isso pode decorrer do desconhecimento dos moradores sobre a relevância do tema, e o agente 3 apontou que formalmente não constam registros de queixas. Essa falta de engajamento comunitário é agravada pelo fato de que, quando perguntados se “O município realiza campanhas de conscientização sobre o descarte correto de lixo eletrônico? Se sim, quais as principais ações?”, todos os entrevistados informaram que não ocorrem campanhas ou que não sabiam informar sobre ações educativas dessa natureza.

No que concerne aos entraves estruturais, quando perguntados sobre “Quais são os principais desafios enfrentados para garantir o descarte adequado de lixo eletrônico?”, as respostas dos agentes convergem para três fatores limitadores presentes nas alternativas: a falta/inexistência de pontos de coleta suficientes, a baixa adesão da população e a dificuldade em encontrar empresas parceiras. Pensando em superações, quando perguntados se “O município tem planos de criar, expandir ou melhorar os serviços de coleta de lixo eletrônico? Como estão sendo planejadas essas melhorias?”, todos responderam afirmativamente, o agente 2 reforçou que as metas futuras pretendem, junto à coleta seletiva, implementar, formalizar e regulamentar tanto a atividade do catador quanto a conduta do morador. No entanto, quando perguntado sobre “Quais são as ações ou programas planejados para os próximos anos no contexto do lixo eletrônico?”, apenas o agente 2 soube informar que as ações serão voltadas para regulamentar o descarte correto, enquanto os demais participantes não souberam precisar os planos em desenvolvimento.

A viabilidade financeira das ações propostas foi posta em pauta quando perguntados se “Atualmente, existe alguma dotação orçamentária ou recurso proveniente do Fundo Municipal de Meio Ambiente que possa ser destinado a projetos de educação ambiental ou coleta de REEE?”, questão para a qual os agentes relataram não dispor de dados específicos acerca da existência de verbas direcionadas a essa finalidade. Apesar disso, quando perguntados se “Haveria abertura para discutir a destinação de parte do orçamento municipal para a criação de um Centro de Triagem ou parceria com cooperativas da região?”, todos os agentes manifestaram concordância, e o agente 2 detalhou que os trâmites para a construção desse centro de triagem, o qual consiste em uma iniciativa do próprio município, já estão em andamento e são considerados fundamentais pela governança.

Quando perguntados sobre “Quais melhorias você considera necessárias para a gestão do lixo eletrônico no município?”, as respostas convergiram para soluções integradas: os representantes do Poder Executivo apontaram a necessidade de conscientização da população, a efetiva implementação da triagem e da coleta seletiva, e a definição de locais específicos para descarte, além de sugerir a estruturação de um trabalho educativo, a elaboração de um projeto e a oferta de coletas específicas; e um dos representantes do Poder Legislativo ressaltou a importância da conscientização popular para o descarte em local adequado e a presença de agentes coletores para dar a destinação final correta.

Ao término das entrevistas, quando perguntados se “Há outras informações ou comentários que gostaria de adicionar? ”, o agente 2 enfatizou a importância histórica do desativamento do lixão a céu aberto do município, ocorrido no ano de 2025, ressaltando seu impacto direto na mitigação de vetores de doenças. Detalhou que a operação atual de transbordo, realizada por dois veículos compactadores e funcionários, gera um custo de aproximadamente R\$ 38.000,00 mensais aos cofres públicos, enviando diariamente de 1 a 2 toneladas de resíduos ao aterro consorciado, o que totaliza uma média de 220 toneladas por mês, montante que sofre elevação considerável nos períodos festivos em decorrência do fluxo de visitantes, concluindo que a futura instalação da estação de transbordo e triagem municipal visa reter os materiais recicláveis, gerar renda e reduzir as despesas de transporte. Finalizando, o agente 3 ponderou sobre a importância das ações continuadas de conscientização e programas de abrangência geral, além de mencionar o potencial de degradação ambiental dos resíduos eletrônicos sobre os corpos hídricos e os reflexos associados à saúde da população local.

Em suma, as percepções dos agentes públicos revelam que, embora o município de Martins/RN tenha avançado na gestão regionalizada por meio da adesão ao consórcio intermunicipal e na erradicação do lixão local, a governança voltada especificamente aos resíduos tecnológicos ainda carece de regulamentação própria, orçamento direcionado e infraestrutura interna de triagem. Todavia, esse panorama institucional demonstra que as ações futuras tendem a se consolidar à medida que os projetos previstos e as parcerias planejadas forem formalmente implementados.

5.1.2 Comércio Local

Para compreender a dinâmica mercadológica e o fluxo de pós-consumo no setor privado do município de Martins/RN, tais entrevistas foram realizadas com cinco

proprietários de estabelecimentos que comercializam ou efetuam reparos em eletroeletrônicos. Dentre estes, apenas um vende e conserta equipamentos de grande porte, como geladeiras e máquinas de lavar, caracterizados como integrantes da Linha Branca conforme a tipologia estabelecida por Silva *et al.* (2023) e Martins *et al.* (2023). Os demais comercializam e consertam equipamentos menores. Ao analisar as respostas referentes à pergunta “Quais são os eletrônicos que você mais vende em seu estabelecimento? ”, observou-se uma forte predominância da Linha Verde, visto que 80% das respostas indicaram ser os itens presentes no grupo de desktops, laptops, tablets, celulares ou acessórios de informática, segmentação que se alinha aos dispositivos de informática e telefonia descritos no referido quadro.

A dinâmica de assistência técnica desempenha um papel crucial na extensão da vida útil desses produtos, de modo que, quando perguntados sobre “Você recebe produtos eletrônicos quebrados ou obsoletos dos seus clientes para conserto? ”, 80% dos comerciantes responderam que sim. No entanto, o destino desses materiais quando a manutenção não é viável expõe fragilidades na destinação final. Quando perguntados sobre “Quando um produto eletrônico não pode ser consertado, o que você faz com ele? ”, a maioria (60%) afirmou que guarda para reaproveitamento de peças e, quando não há mais utilidade, descarta no lixo comum doméstico, sendo que um deles ressaltou que retira a bateria, entrega em um ponto de coleta em outra cidade e o restante do equipamento é usado para reaproveitar peças antes do descarte. Dos demais, 20% declararam que descartam no lixo comum doméstico por não trabalharem com consertos, e 20% informaram que entregam em pontos de coleta específicos ou lojas, ou devolvem para o cliente. Essa realidade aponta que, na prática, a implantação da logística reversa enfrenta gargalos operacionais no comércio varejista local.

Essa destinação inadequada de frações tecnológicas no fluxo de resíduos convencionais correlaciona-se com a ausência de infraestrutura física no varejo. Quando perguntados se “O seu estabelecimento possui algum ponto de coleta para que clientes possam descartar seus produtos eletrônicos antigos ou quebrados? ”, 100% dos entrevistados responderam que não. Apesar do cenário atual de omissão, há uma sinalização positiva para a cooperação intersetorial, pois, quando perguntados se “Se a gestão pública oferecesse um incentivo fiscal ou apoio logístico, você aceitaria ter um coletor de pilhas/baterias ou pequenos eletrônicos em sua loja? ”, a grande maioria (80%) respondeu que sim.

O entendimento sobre os obstáculos estruturais também emergiu como um ponto importante entre os lojistas. Quando perguntados sobre “Qual você acredita ser o maior desafio para a coleta dos resíduos eletroeletrônicos na cidade? ”, dois proprietários afirmaram não saber, um declarou ser o descarte em si, outro ressaltou a falta de espaço apropriado, além

de mais um comerciante que destacou o exemplo de baterias que são descartadas no lixo comum. Na sequência, quando indagados se “Você está ciente de alguma regulamentação pública ou municipal sobre o descarte de lixo eletrônico? Se sim, qual? ”, 80% disseram que não e apenas 20% afirmaram que sim, mas não souberam informar qual especificamente. Isso reforça que, embora existam diretrizes federais norteadoras, há um evidente distanciamento entre as normas vigentes e o conhecimento prático dos agentes comerciais locais.

Essa desinformação é alimentada pela ausência de intervenções socioambientais no município, visto que, quando perguntados sobre “Você já participou de alguma campanha ou iniciativa de conscientização sobre o descarte correto de lixo eletrônico? ”, 100% dos proprietários responderam que não. Na falta de orientação e suporte, as barreiras operacionais se consolidam, e quando perguntados sobre “Quais dificuldades você encontra para realizar o descarte correto ou reaproveitamento de lixo eletrônico? ”, todos os entrevistados (100%) apontaram ser a falta de pontos de coleta apropriados.

Diante desse panorama, o encerramento do diálogo permitiu coletar proposições dos agentes de mercado por meio de uma resposta aberta. Quando questionados sobre “O que você sugere para melhorar o processo de descarte e reaproveitamento de lixo eletrônico no comércio local? ”, 80% sugeriram a criação de pontos de coleta específicos para esse descarte. Complementando essa visão, um deles adicionou a necessidade de adoção dos pontos de coleta pelas lojas de celulares e sua ampla divulgação nas redes sociais.

Conclui-se, a partir do panorama do setor privado, que o comércio varejista local atualmente centraliza suas atividades na extensão da vida útil e no reaproveitamento de componentes, operando ainda sem uma infraestrutura interna voltada para o recebimento pós-consumo. Todavia, a expressiva receptividade dos lojistas quanto à introdução de incentivos e apoio logístico estatal sinaliza um cenário favorável para o desenvolvimento de estratégias integradas de logística reversa no município.

5.1.3 Funcionários da Limpeza Pública

Para compreender a dimensão operacional e os riscos cotidianos associados ao manejo de resíduos tecnológicos diretamente na ponta dos serviços urbanos de Martins/RN, as entrevistas foram aplicadas com quatro trabalhadores da limpeza pública, os quais apresentaram tempos de experiência distintos na função, compreendendo períodos de 2, 15 e 25 anos de atuação. Ao analisar as respostas referentes à pergunta “Com que frequência vocês encontram aparelhos eletrônicos misturados ao lixo comum doméstico? ”, constatou-se que

100% dos entrevistados responderam ser todos os dias. Essa constatação unânime evidencia a ocorrência diária do descarte incorreto de componentes tecnológicos no fluxo convencional de resíduos urbanos da cidade, caracterizando uma falha estrutural na segregação por parte dos consumidores.

Essa presença constante no itinerário de coleta foi detalhada quando os trabalhadores foram perguntados sobre “Quais são os itens eletrônicos que você mais vê sendo descartados na calçada? ”, oportunidade em que apontaram, de forma recorrente, aparelhos como celular, televisão e geláqua. Ao cruzar esses relatos com as diretrizes teóricas adotadas, observa-se que tais descartes perpassam diretamente pelas divisões globais sistematizadas por Baldé *et al.* (2024) e Forti *et al.* (2020), englobando os Pequenos equipamentos de TI e Telecom (Categoria VI) por meio dos celulares, as Telas e monitores (Categoria II) representadas pelas televisões, e os Equipamentos de troca de temperatura (Categoria I), onde o bebedouro (geláqua) se insere tecnicamente devido ao seu sistema mecânico de refrigeração. Essa diversidade de linhas e categorias descartadas conjuntamente na via pública reforça que resíduos com diferentes complexidades estruturais encontram o mesmo destino inadequado na localidade.

Quando perguntados se “Você já sofreu ou presenciou algum acidente de trabalho causado por lixo eletrônico? ”, todos os respondentes informaram que não. Contudo, um dos funcionários acrescentou uma observação relevante sobre as condições de trabalho, pontuando que esses materiais geralmente não estão bem embalados pela população e que, por essa razão, a equipe precisa tomar bastante cuidado durante a execução da coleta física.

As dinâmicas de logística urbana frente aos resíduos de maior volume foram abordadas quando os entrevistados foram perguntados sobre “Quando vocês encontram um eletrônico grande (como uma geladeira ou TV de tubo) que não cabe no compactador do caminhão, o que é feito? ”. Os relatos apresentaram um cenário dividido: dois trabalhadores informaram que o próprio caminhão compactador realiza o transporte do material, enquanto outros dois relataram que o recolhimento de objetos maiores é efetuado por meio de uma outra caçamba municipal. Na sequência, ao serem questionados se “Existe alguma orientação ou treinamento da gestão pública sobre como manusear o lixo eletrônico ou materiais com potencial perigoso (pilhas/baterias) que aparecem no trajeto? ”, 100% dos operários responderam de forma negativa. Essa realidade sinaliza que o manejo desses fluxos específicos ocorre junto à rotina da coleta convencional. Tal dinâmica diverge do princípio de segregação na fonte regulamentado pelos Artigos 30 e 35 da PNRS (Lei nº 12.305/2010), que estabelecem a responsabilidade compartilhada do consumidor no acondicionamento adequado

de seus resíduos. Do mesmo modo, o fluxo unificado afasta-se do previsto no Artigo 33 da mesma Lei, o qual determina a implantação do SLR a encargo do setor empresarial, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para os fluxos de: pilhas e baterias; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Contudo, cumpre notar que a implementação dessas estruturas independentes, embora normatizada em âmbito federal, ainda encontra barreiras práticas de expansão em municípios de pequeno porte.

Essa lacuna operacional é agravada pela falta de pontos de apoio logístico na cidade, uma vez que, quando perguntados se “Existem áreas ou centros específicos para armazenamento temporário de lixo eletrônico antes do descarte final? ”, todos responderam negativamente. Para além disso, quando perguntados se “Você tem conhecimento se há 'catadores' que passam antes do caminhão de lixo retirando peças de valor (como fios de cobre e placas) e deixando o resto do aparelho na rua? ”, todos os funcionários responderam que não, indicando que esse fluxo de catação prévia e recuperação informal de frações valiosas, como o cobre e o ferro, não é percebido na rotina de coleta convencional dos entrevistados.

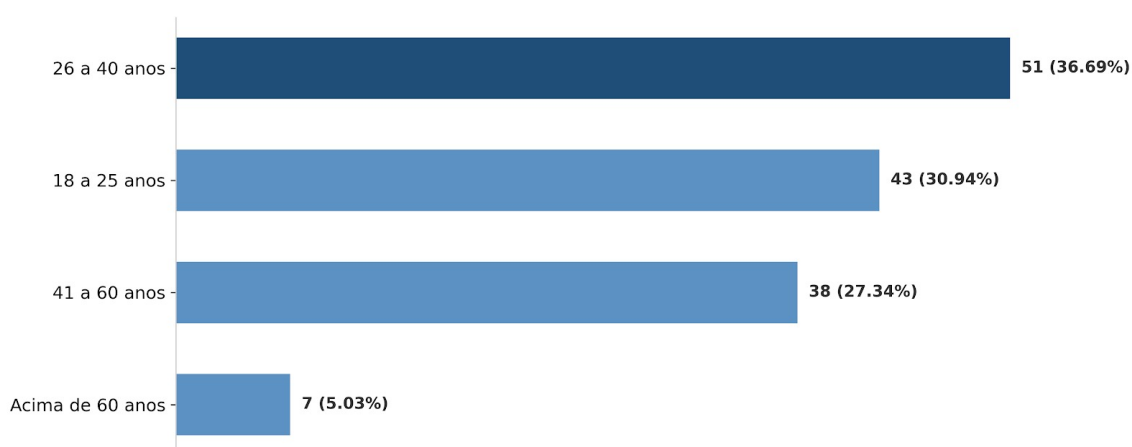
A caminhada analítica deste grupo de atores encerrou-se com a avaliação de cenários futuros de gestão. Quando perguntados se “Na sua opinião, se houvesse um local específico para as pessoas levarem esses aparelhos, o trabalho da coleta comum ficaria mais fácil ou seguro? Por quê?”, três operários responderam que sim, justificando que diminuiria consideravelmente a quantidade de resíduos a ser recolhida pelo sistema convencional. Complementando essa percepção, o quarto funcionário acrescentou que quem mais realiza o descarte de REEE na cidade são as pessoas que consertam esses equipamentos, colocando rotineiramente na calçada aquilo que não presta mais. Por fim, quando perguntados se “Gostaria de adicionar alguma experiência no trabalho ou alguma observação sobre o lixo eletrônico? ”, 100% dos entrevistados responderam que não.

Desse modo, os relatos dos trabalhadores da limpeza pública contextualizam os desafios práticos da rotina operacional, na qual os resíduos eletrônicos são acolhidos junto ao fluxo convencional de coleta diária. A perspectiva desses operadores reforça a relevância de futuras medidas voltadas ao acondicionamento segregação na fonte e à criação de locais específicos para a entrega voluntária, visando otimizar a eficiência logística e aprimorar as dinâmicas de segurança no manejo desses materiais.

5.2 Percepção da População sobre REEE

Para mapear o comportamento social, os hábitos de consumo e o nível de engajamento da comunidade local frente ao fluxo pós-consumo dos resíduos tecnológicos, um questionário estruturado foi aplicado diretamente a 139 cidadãos, considerando-se as participações de indivíduos maiores de 18 anos residentes no município de Martins/RN. Inicialmente, o Bloco 1 buscou delinear o perfil social e o conhecimento básico dos participantes. Ao analisar as respostas referentes à faixa etária, constatou-se que a maior concentração de respondentes (36,69%) situa-se na idade de 26 a 40 anos, seguida por 30,94% dos participantes com idade entre 18 a 25 anos, conforme detalhado no Gráfico 1.

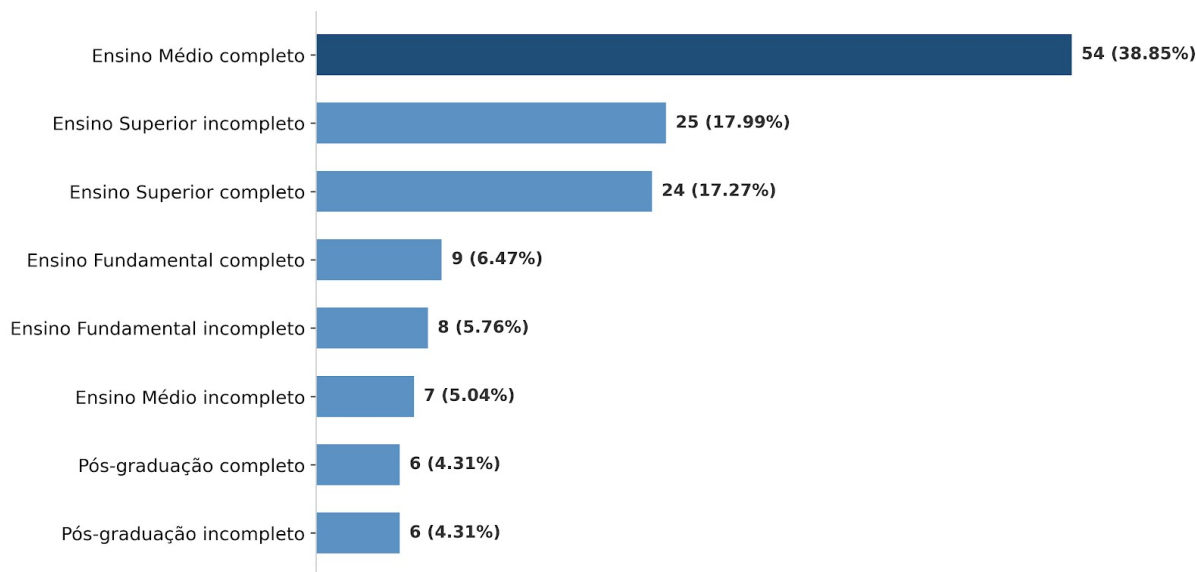
Gráfico 1 - Distribuição dos respondentes por faixa etária no município de Martins/RN



Fonte: Autoria própria (2026).

Na sequência, a caracterização amostral foi complementada pelo grau de escolaridade dos entrevistados, demonstrando que a maioria dos respondentes 54 (38,85%) possui o ensino médio completo, enquanto 8 (5,76%) declararam possuir Ensino Fundamental incompleto e outros 6 (4,31%) possuem Pós-graduação completa. Esses dados, ilustrados no Gráfico 2, revelam o universo sociocultural dos cidadãos que subsidiaram a pesquisa.

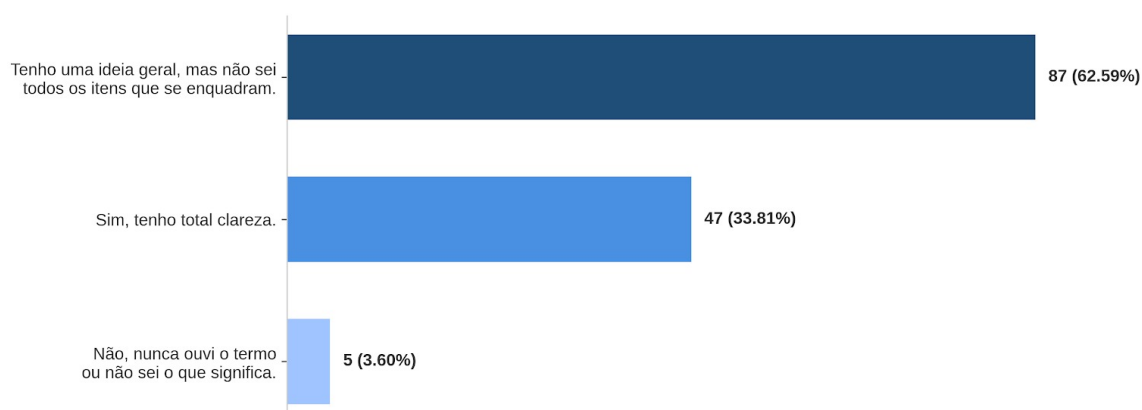
Gráfico 2 - Distribuição dos respondentes por grau de escolaridade no município de Martins/RN



Fonte: Autoria própria (2026).

A aferição do nível de percepção teórica sobre a temática iniciou-se com o questionamento: "Você sabe o que é considerado 'lixo eletrônico' (resíduos eletroeletrônicos)?". Os resultados apontaram que 47 (33,81%) dos participantes possuem total clareza sobre o conceito, ao passo que a maioria 87 (62,59%) afirmou ter apenas uma ideia geral e apenas 5 (3,60%) relataram desconhecer o significado da expressão. Essa distribuição de respostas, sistematizada no Gráfico 3, atende diretamente ao objetivo específico de investigar o nível de conhecimento da população local.

Gráfico 3 - Nível de clareza conceitual dos respondentes sobre o termo resíduos eletroeletrônicos em Martins/RN



Fonte: Autoria própria (2026).

Buscando aprofundar essa percepção por meio de elementos práticos do cotidiano, os cidadãos foram estimulados a responder à seguinte questão: "Quais destes itens você considera como equipamento eletroeletrônico? Marque todos que considerar corretos.". Para testar se os participantes sabem identificar o lixo eletrônico no dia a dia, apresentou-se uma lista de múltiplos objetos para que assinalaram que consideravam como EEE. O resultado detalhado dessa percepção está explícito na Tabela 2.

Tabela 2 - Percepção dos respondentes quanto à classificação de equipamentos eletroeletrônicos em Martins/RN, 2026

Categorias de Equipamentos	Frequência	Percentual
Celulares, computadores, tablets, acessórios de informática	126	90,65%
TVs, aparelhos de áudio, vídeo e filmadoras	102	73,38%
Liquidificadores, batedeiras, ferros de passar e secadores	69	49,64%
Pilhas e baterias	46	33,09%
Fogões, geladeiras, freezers e lavadoras	80	57,55%
Lâmpadas em geral	46	33,09%
Outros (Placas de vídeo, maquinário hospitalar, etc.)	2	1,44%
Total de Respondentes	139	-

Fonte: Autoria própria (2026).

A análise da Tabela 2 revela dados valiosos sobre o nível de percepção conceitual da população de Martins/RN a respeito do que constitui um EEE. Como esperado na literatura sobre o tema, os dispositivos da Linha Verde (celulares, computadores, tablets e acessórios) lideram o nível de reconhecimento público, sendo apontados de forma quase unânime por 126 (90,65%) dos respondentes. Em seguida, a categoria de TVs, aparelhos de áudio, vídeo e filmadoras, que compõem a Linha Marrom, também demonstrou forte associação com o conceito, registrando 102 (73,38%) das marcações.

Um resultado relevante deste diagnóstico foi o comportamento da Linha Branca (fogões, geladeiras, freezers e lavadoras), que alcançou 80 (57,55%) de reconhecimento, superando os eletroportáteis da Linha Azul (liquidificadores, batedeiras, ferros de passar e secadores), que fecharam com 69 (49,64%) das escolhas. Esse cenário indica que a maior parte da comunidade local consegue associar os grandes eletrodomésticos como parte dos equipamentos tecnológicos, embora aproximadamente metade da amostra desassocie os pequenos utensílios domésticos dessa realidade.

Por outro lado, o ponto crítico da investigação concentra-se no empate entre as categorias de pilhas e baterias e de lâmpadas em geral, as quais obtiveram as menores frequências de indicação, sendo apontadas por 46 (33,09%) participantes cada. De acordo com Biesek (2019), os EEE englobam os produtos que dependem de corrente elétrica ou campos eletromagnéticos para funcionar. Embora pilhas e lâmpadas possuem enquadramentos e cadeias de logística reversa específicas na PNRS, esses materiais demandam o mesmo rigor de descarte devido à presença de componentes químicos perigosos e metais pesados. Frente a isso, o fato de que 93 (66,91%) dos moradores não identificam a correlação desses componentes com o fluxo de resíduos tecnológicos subsidia a compreensão sobre os relatos de descarte inadequado junto ao lixo doméstico comum no município.

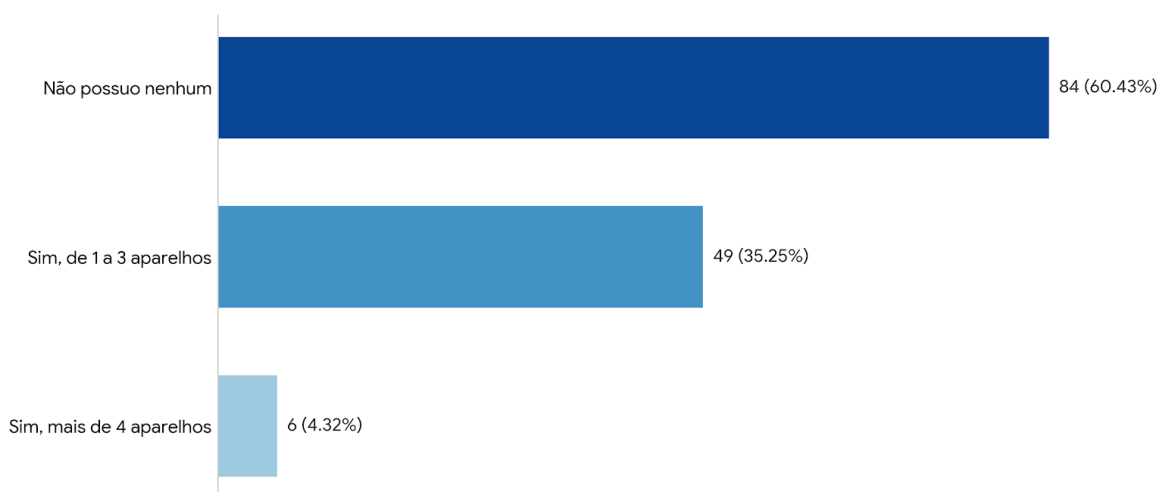
Encerrando o primeiro bloco de análise, verificou-se a consciência ambiental dos respondentes por meio da pergunta: "Você tem conhecimento de que o descarte incorreto desses materiais pode causar impactos negativos à saúde e ao meio ambiente?". Diante disso, constatou-se que a maior parcela dos indivíduos, representando 92 (66,19%) da amostra, afirmou conhecer os riscos associados. Em contrapartida, 44 (31,65%) participantes mencionaram que já ouviram falar sobre o tema, mas não sabem detalhes, e apenas 3 (2,16%) declararam que não tinham conhecimento prévio sobre tais impactos. Esse panorama indica que, embora o entendimento prático sobre quais itens integram a classe dos EEE ainda apresente lacunas, há uma percepção consolidada na comunidade quanto à periculosidade intrínseca do descarte inadequado desses resíduos.

O Bloco 2 avançou na investigação dos hábitos de consumo e armazenamento residencial desses dispositivos. Quando confrontados com a pergunta "Com que frequência você costuma trocar de equipamentos eletroeletrônicos?", apenas 4 (2,87%) pessoas indicaram um período menor que 2 anos, 41 (29,50%) apontaram o intervalo entre 2 e 4 anos, e 94 (67,63%) relataram substituir os aparelhos após 5 anos ou apenas quando param de funcionar. Complementando essa dinâmica, as respostas para a indagação "Quando precisa trocar algum equipamento eletroeletrônico, qual o principal motivo?" evidenciaram que a

alternativa ‘O equipamento não possui conserto ou outra serventia’ foi o fator decisivo para 87 (62,59%) respondentes. Em seguida, a opção ‘Busca por um equipamento mais moderno/atual’ foi apontada por 33 (23,74%) participantes, enquanto a justificativa ‘Prefere comprar um novo equipamento ao invés de consertar o atual’ foi a escolha de 19 (13,67%) cidadãos da amostra. Esse panorama reflete o alinhamento da comunidade com as diretrizes de consumo sustentável e com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cujas prioridades de não geração e redução de resíduos visam prolongar a vida útil dos produtos e minimizar o descarte precoce no município.

Os fatores de retenção domiciliar foram expostos por meio do questionamento “Você possui aparelhos eletroeletrônicos sem uso ou quebrados guardados em sua residência atualmente? ” Verificou-se que a grande maioria dos participantes 84 (60,43%) afirmaram não possuir nenhum item armazenado, enquanto 49 (35,25%) possuem de 1 a 3 aparelhos, e 6 (4,32%) guardam mais de 4 dispositivos, conforme demonstrado no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Quantidade de aparelhos eletroeletrônicos sem uso ou quebrados armazenados nas residências em Martins/RN



Fonte: Autoria própria (2026).

Instigados a responder à pergunta condicional "Se possui aparelhos guardados (ou se já guardou antes), qual o principal motivo?", constatou-se que 42 (30,22%) participantes relataram que pretendem consertar ou doar no futuro. Como justificativas subsequentes, 36 (25,90%) cidadãos declararam que o motivo central reside no fato de não saberem onde descartar corretamente, 33 (23,74%) indicaram razões de valor sentimental e 28 (20,14%) destacaram o receio pelo acesso a dados pessoais.

As práticas efetivas de descarte e o engajamento comunitário foram mapeados no Bloco 3. Inicialmente, solicitou-se que os participantes respondessem ao enunciado 10. Marque 3 categorias de itens que você descarta com maior frequência? Os dados obtidos foram consolidados e organizados na Tabela 3, a qual sistematiza as frequências absolutas e os respectivos percentuais de citação para cada classe de equipamento, fornecendo o diagnóstico dos principais tipos de resíduos gerados na localidade.

Tabela 3 - Resíduos tecnológicos que a população local descarta com maior frequência no município de Martins/RN

Categoria de Resíduo	Frequência	Percentual
Lâmpadas em geral	123	88,49%
Pilhas e baterias	123	88,49%
Equipamentos de pequeno porte (tais como: microondas, aspiradores de pó, ferramentas elétricas, brinquedos eletrônicos)	101	72,66%
Telas e monitores (tais como: televisores, monitores e tablets)	88	63,31%
Equipamentos de grande porte (tais como: máquinas de lavar, fogões elétricos, painéis fotovoltaicos e grandes impressoras)	73	52,52%
Pequenos equipamentos de TI (tais como: celulares, dispositivos GPS, roteadores ou computadores de mesa)	73	52,52%
Equipamentos de troca de calor (tais como: refrigeradores, freezers, aparelhos de ar-condicionado e bombas de calor)	72	51,80%
Total	139	-

Fonte: Autoria própria (2026).

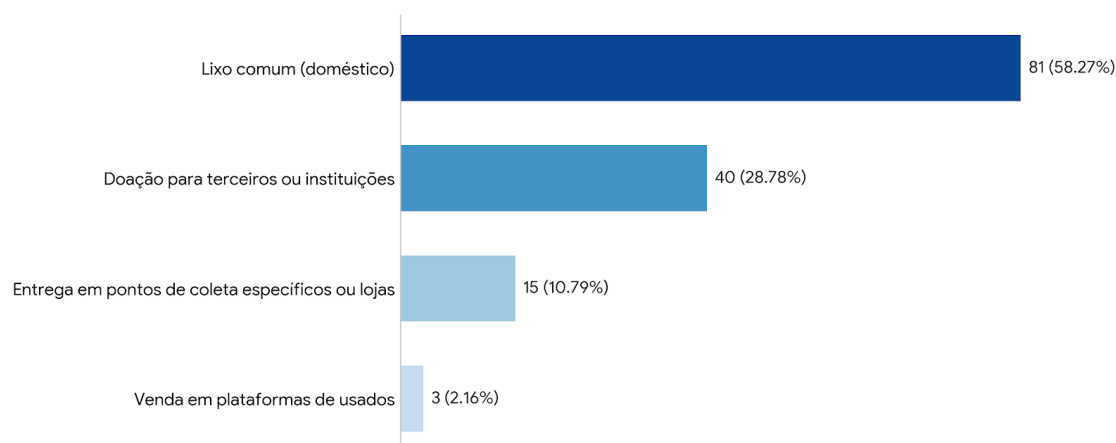
Ao analisar as respostas referentes à pergunta “Marque 3 categorias de itens que você descarta com maior frequência? ”, observou-se que determinados itens apresentam maior rotatividade e descarte por parte dos consumidores locais, com destaque absoluto para os componentes de uso diário e rápido esgotamento. Apontadas como as principais classes geradas no diagnóstico municipal, as categorias de lâmpadas em geral e de pilhas e baterias registraram empate com 123 citações cada, atingindo expressivos 88,49% de incidência sobre o total de respondentes. Em termos teóricos, a expressiva presença desses dois componentes

nas residências revela um grave gargalo socioambiental urbano: embora possuam dimensões físicas reduzidas, são associados aos resíduos Classe I – Perigosos, conforme critérios da norma ABNT NBR 10.004:2004, e detêm uma elevada carga de metais pesados e substâncias químicas com alto potencial poluidor e bioacumulativo, conforme descrito no Quadro 4. Dando sequência ao ordenamento, os equipamentos de pequeno porte (como micro-ondas, aspiradores de pó, ferramentas elétricas e brinquedos eletrônicos) foram apontados por 101 moradores, o que equivale a 72,66% da amostra estudada. Posteriormente, na escala de descartes, surgem as telas e monitores (tais como televisores, monitores e tablets), assinaladas por 88 participantes (63,31%).

Acompanhando a distribuição do perfil, observou-se um novo empate entre os equipamentos de grande porte (máquinas de lavar, fogões elétricos e painéis fotovoltaicos) e os pequenos equipamentos de TI (como celulares, dispositivos GPS, roteadores ou computadores de mesa), ambos com 73 menções (52,52%). Por fim, fechando a listagem de categorias, figuram os equipamentos de troca de calor (refrigeradores, freezers e aparelhos de ar-condicionado), indicados por 72 respondentes (51,80%).

No que tange ao potencial de reaproveitamento, os participantes foram questionados: "Você sabe que a grande maioria desses itens eletrônicos podem ser reciclados?". Diante disso, 93 (66,90%) respondentes afirmaram que sim, ao passo que 46 (33,10%) relataram que não tinham ciência dessa possibilidade. Essa percepção conceitual, contudo, contrasta com as rotinas práticas adotadas no município ao se analisar a pergunta "Qual é o destino mais comum que você dá aos seus eletroeletrônicos quando eles deixam de ter utilidade?", na qual 81 (58,27%) indivíduos apontaram o lixo comum (doméstico). A destinação por meio de doação para terceiros ou instituições foi citada por 40 (28,78%) pessoas, enquanto 15 (10,79%) utilizam a entrega em pontos de coleta específicos ou lojas e 3 (2,16%) realizam a venda em plataformas de usados, mapeamento este ilustrado no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Destino final mais comum atribuído aos equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na localidade de Martins/RN

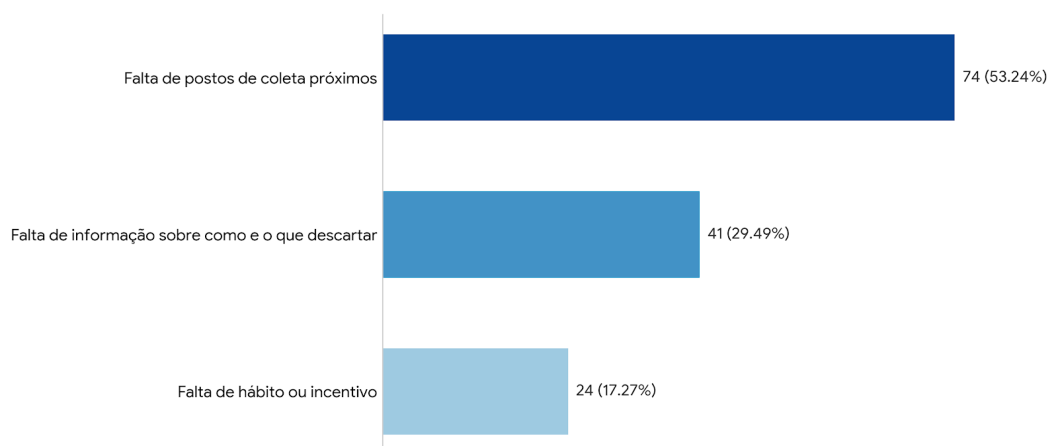


Fonte: Autoria própria (2026).

Essa conduta prática correlaciona-se estreitamente com a percepção de ausência de canais oficiais no espaço urbano, conforme verificado na pergunta "Você sabe onde fica o ponto de coleta de lixo eletrônico mais próximo da sua residência?", à qual 90 (64,75%) respondentes declararam que não têm conhecimento de nenhum ponto de coleta. Adicionalmente, 37 (26,62%) afirmaram que não saberiam, mas saberiam como procurar, e apenas 12 (8,63%) indicaram que sim, sabem exatamente onde fica. O nível de engajamento em ações coletivas também se mostrou incipiente a partir das respostas para a pergunta "Você já participou de algum mutirão ou campanha de coleta de lixo eletrônico em sua cidade?", dado que 81 (58,27%) participantes relataram que nunca participaram, mas têm interesse, enquanto 50 (35,97%) informaram que nunca participaram e não têm interesse, e 8 (5,76%) afirmaram que já participaram.

O encerramento do diagnóstico ocorreu no Bloco 4, direcionado à identificação de barreiras estruturais e incentivos para a consolidação da sustentabilidade local. Quando questionados sobre a pergunta "Qual é a sua maior dificuldade para realizar o descarte correto?", a falta de postos de coleta próximos foi a alternativa mais assinalada, correspondendo a 74 (53,24%) respostas, seguida pela falta de informação sobre como e o que descartar para 41 (29,49%) cidadãos, e pela falta de hábito ou incentivo para 24 (17,27%) participantes, conforme exposto no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Principais dificuldades apontadas pelos respondentes para a realização do descarte correto de resíduos eletroeletrônicos em Martins/RN



Fonte: Autoria própria (2026).

Inversamente, ao avaliarem o questionamento "O que mais incentiva você a realizar o descarte correto?", os participantes priorizaram os pontos de coleta em locais de fácil acesso (supermercados/lojas) com 55 (39,57%) menções, seguidos pela implementação de sistemas de coleta domiciliar (retirada na residência) com 46 (33,09%) escolhas, pela realização de campanhas informativas na mídia e redes sociais com 25 (17,99%) indicações, e pela concessão de benefícios financeiros ou descontos em novas compras com 12 (8,63%), além de 1 (0,72%) respondente que indicou a própria coleta pública.

Por fim, expressando a visão do cidadão sobre o ordenamento logístico do município, obteve-se o retorno para a pergunta de fechamento: "Na sua opinião, qual seria o melhor local para um ponto de coleta de resíduos eletroeletrônicos na cidade?". Os dados indicaram que 48 (34,53%) respondentes preferem praças centrais. Os supermercados/lojas de grande circulação foram apontados por 38 (27,34%) pessoas, seguidas por prédios da prefeitura / secretarias municipais com 33 (23,74%) escolhas, e pelas escolas ou postos de saúde com 10 (7,19%) indicações, além de outras somando 10 (7,20%) sugestões diversas, como "Cada bairro deveria ter um ponto de coleta".

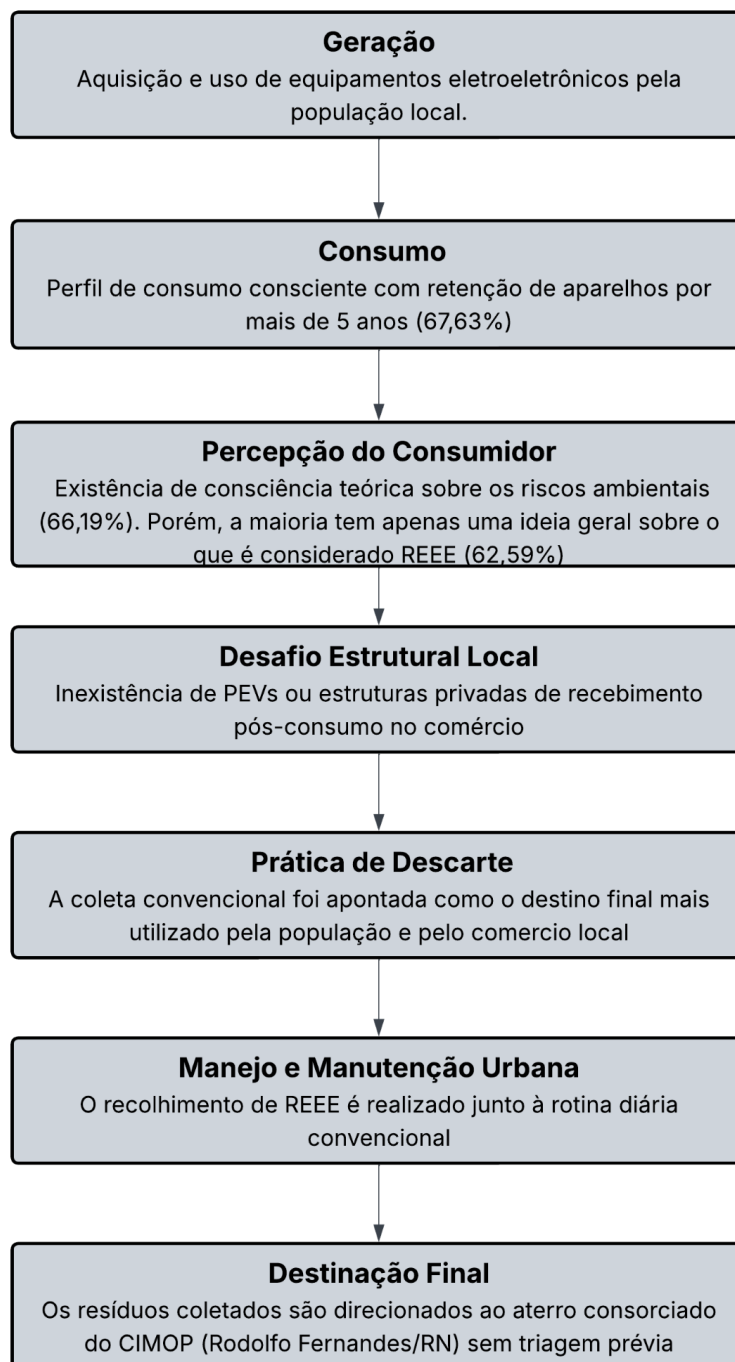
Em suma, o diagnóstico da percepção da população de Martins/RN revela um cenário no qual a comunidade possui ampla consciência teórica sobre a periculosidade do descarte inadequado de eletroeletrônicos e reconhece o potencial de reciclagem desses materiais, mas falha em traduzir esse conhecimento em práticas sustentáveis no cotidiano. A expressiva convergência do descarte de itens constituídos por elementos perigosos (como lâmpadas, pilhas e baterias) para o fluxo do lixo comum decorre primordialmente de barreiras estruturais, com destaque para a ausência de postos de coleta acessíveis e a falta de campanhas informativas locais. Assim, o panorama traçado pelo questionário consolida a perspectiva do usuário da ponta, evidenciando que o comportamento social está diretamente condicionado à oferta de conveniência, informação e acessibilidade local.

5.3 Diagnóstico do Cenário Atual

A compreensão da realidade de Martins/RN em relação aos resíduos eletroeletrônicos (REEE) emerge da integração harmônica entre o levantamento documental bibliográfico, as percepções compartilhadas pelos atores locais e as respostas estatísticas da comunidade. Essa etapa cumpre o papel de aproximar as práticas cotidianas do município das metas de sustentabilidade previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Para tanto, os indicadores e os pontos de atenção identificados em campo foram estruturados sob quatro

eixos analíticos, os quais evidenciam o panorama institucional, comercial, logístico e comportamental da localidade, oferecendo uma base diagnóstica para o planejamento de futuras melhorias. O mapeamento do fluxo operacional e comportamental que caracteriza o panorama atual do município encontra-se desenhado na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma operacional e comportamental da sociedade local, Martins/RN



Fonte: Autoria própria (2026).

Diante do fluxo operacional e comportamental mapeado na Figura 6, constata-se que o modelo atual de gerenciamento de REEE no município assemelha-se fortemente às premissas da Economia Linear. Esse modelo tradicional baseia-se na dinâmica sequencial do "extrair, produzir, consumir e descartar", na qual os produtos tecnológicos são direcionados ao esgotamento de sua utilidade sem que haja mecanismos integrados para o seu retorno ao ciclo produtivo e sem considerar fatores importantes como extração de recursos naturais e seus diversos impactos negativos, conforme aponta Campello (2021). No contexto martinense, embora existam iniciativas espontâneas de reparo e conservação, a destinação final dos componentes inviáveis ainda converge para o descarte definitivo junto aos resíduos convencionais. Essa linearidade é influenciada por uma lacuna estrutural identificada: a ausência de infraestrutura pública ou privada específica para a recepção segregada desses materiais, evidenciando a oportunidade de introdução de novos arranjos estruturais e normativos locais, orientados a romper com esse ciclo tradicional e pavimentar a transição gradual do município em direção aos preceitos da EC, que incorpora os princípios de redução, reutilização e reciclagem, ampliando-os por meio de estratégias voltadas à extensão da vida útil dos produtos, à recuperação de materiais e à reinserção de recursos nos ciclos produtivos (Campello, 2021), e da responsabilidade compartilhada.

5.3.1 Infraestrutura e Logística de Recolhimento

A análise integrada do eixo de Infraestrutura e Logística demonstra que o município de Martins/RN vem consolidando avanços importantes na gestão macro de seus resíduos sólidos urbanos. A desativação do antigo lixão a céu aberto em 2025 e a consequente regionalização do fluxo de resíduos para o aterro do CIMOP, em Rodolfo Fernandes/RN, representam um marco de saneamento local, operando com o manejo diário de 1 a 2 toneladas e um investimento mensal de aproximadamente R\$ 38.000,00 na operação de transbordo.

No que diz respeito ao fluxo específico de eletroeletrônicos, constata-se um cenário passível de melhorias estruturais. A principal limitação logística identificada reside na inexistência de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) fixos ou de rotas de coleta seletiva específicas para REEE no território municipal, aspecto assinalado de forma unânime tanto pelos representantes públicos quanto pelo setor comercial. Como consequência direta dessa lacuna, o recolhimento de materiais tecnológicos ocorre de forma integrada à rotina da coleta convencional nas calçadas.

Esse fluxo logístico compartilhado é ratificado pelos dados do questionário, no qual 58,27% dos moradores indicam o lixo comum doméstico como o destino habitual dado aos eletrônicos sem utilidade, um comportamento condicionado pelo fato de 64,75% da amostra total não possuir conhecimento sobre locais específicos de descarte na cidade.

Os resultados observados refletem os desafios apontados por Telles (2022) e Marchi e Santos (2022) quanto à operacionalização da responsabilidade compartilhada prevista na PNRS. Embora fabricantes, comerciantes, consumidores e poder público possuam atribuições complementares na gestão dos resíduos pós-consumo, a ausência de PEVs e de sistemas locais de logística reversa dificulta o cumprimento efetivo dessas responsabilidades, favorecendo a destinação dos REEE ao fluxo convencional de resíduos sólidos urbanos.

5.3.2 Percepção e Engajamento da População

No que concerne ao comportamento social e à percepção da comunidade, o diagnóstico aponta para um terreno altamente favorável ao desenvolvimento de ações sustentáveis, embora condicionado por lacunas informativas específicas. A população martinense demonstra um nível expressivo de responsabilidade teórica e hábitos de consumo conscientes: 66,19% dos respondentes afirmam conhecer os riscos associados ao manejo inadequado desses materiais e 67,63% costumam prolongar a vida útil de seus dispositivos por mais de 5 anos ou até o esgotamento de sua utilidade.

O ponto de atenção central desse eixo reside na identificação de um limiar conceitual prático: apenas 33,09% dos respondentes associam pilhas, baterias e lâmpadas como equipamentos eletroeletrônicos, revelando que a maior parte da amostra desassocia esses materiais da categoria de REEE no cotidiano.

Essa distorção justifica diretamente o comportamento de descarte observado na pesquisa, na qual as lâmpadas em geral (88,49%), as pilhas e baterias (88,49%) e os equipamentos de pequeno porte, como micro-ondas e ferramentas elétricas (72,66%), figuram como os três tipos de resíduos tecnológicos mais descartados pela população.

A convergência maciça desses três fluxos de descarte para o sistema de coleta convencional e transbordo gera um ponto de atenção ambiental na cadeia de destinação final regional. Esse fluxo mistificado aumenta a necessidade de monitoramento ambiental e reduz o potencial de recuperação de materiais recicláveis, evidenciando que a ausência de segregação local transfere o passivo ambiental para a infraestrutura regionalizada. Quando descartados juntamente aos resíduos domiciliares, esses materiais ampliam os riscos de contaminação

ambiental por processos como a lixiviação, comprometendo a qualidade do solo e dos recursos hídricos, conforme discutido por Simão e Paiva (2024) e apresentado no Quadro 4 sobre as principais substâncias tóxicas presentes nos REEE e seus respectivos efeitos nocivos.

A retenção residencial de eletroeletrônicos, onde uma parcela expressiva (39,57%) da população admite armazenar um ou mais aparelhos sem uso ou quebrados em casa, configura a formação de estoques domésticos. Os fatores críticos que motivam esse comportamento são o déficit informativo sobre onde descartar (25,90%) e o receio quanto à segurança de dados pessoais (20,14%). Esse fato corrobora a perspectiva apontada por Giese *et al.* (2021) retratando que uma parcela significativa da população ainda retém aparelhos obsoletos em domicílio o que retarda a destinação aos fluxos de recuperação e evidencia a necessidade de maior engajamento social.

Esse cenário demonstra que a predisposição ecológica da comunidade se encontra restrita pela indisponibilidade de postos de coleta acessíveis e de campanhas informativas contínuas voltadas à orientação técnica da população. Como evidência empírica dessa prática de estocagem no cotidiano local, a Figura 7 ilustra o acúmulo residencial de equipamentos obsoletos ou sem utilidade prática em uma das residências amostradas no município.

Figura 7 – Armazenamento residencial de equipamentos eletroeletrônicos em Martins/RN



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

5.3.3 Panorama do Comércio Local frente à Logística Reversa

Ao avaliar o comportamento do setor privado varejista, constata-se que o comércio local atua de forma espontânea e voluntária como um importante agente de transição para a economia circular. Os estabelecimentos e oficinas de reparo desempenham um papel socioambiental relevante na extensão da vida útil dos produtos, visto que 80% dos comerciantes recebem aparelhos danificados de seus clientes e 60% retêm os resíduos tecnológicos para reaproveitamento interno de componentes e peças de reposição.

Por outro lado, o fluxo de pós-consumo empresarial reflete as mesmas limitações estruturais observadas no âmbito residencial. A principal lacuna detectada no setor privado é que 100% dos estabelecimentos comerciais de Martins/RN carecem de infraestrutura ou coletores internos padronizados para o recebimento de REEE pós-consumo. Sem alternativas integradas, os comerciantes direcionam os resíduos inutilizáveis ao sistema de coleta comum. Tal realidade demonstra um distanciamento entre a realidade local e as responsabilidades atribuídas aos comerciantes pela PNRS e pelo Decreto nº 10.240/2020, que atribuem aos comerciantes participação nos sistemas de logística reversa de eletroeletrônicos. Conforme discutido por Telles (2022), a efetividade desses sistemas depende da articulação entre os diferentes agentes da cadeia produtiva, tornando a ausência de estruturas de recebimento um fator limitante para o fechamento do ciclo de vida dos produtos.

Esse cenário é influenciado por um déficit informativo setorial, visto que 80% dos lojistas locais relatam desconhecer as regulamentações que norteiam a logística reversa, ao mesmo tempo em que 100% deles afirmaram nunca ter participado de ações ou campanhas orientativas sobre o tema no município.

O dado mais promissor deste eixo, contudo, é a receptividade do setor: 80% dos proprietários manifestaram interesse em abrigar coletores parceiros de pequenos equipamentos caso contem com incentivos estatais ou apoio logístico público. A disposição do setor privado para participar de futuras iniciativas reforça o entendimento de Silva (2021), segundo o qual a construção de redes colaborativas intersetoriais constitui um dos pilares para a implementação efetiva da Economia Circular nos municípios. Evidencia-se, assim, uma oportunidade para a consolidação de acordos setoriais e parcerias público-privadas fundamentadas na colaboração mútua.

5.3.4 Capacidade Institucional e Regulamentar do Poder Público

O eixo de governança institucional demonstra um cenário de transição administrativa promissor, caracterizado por uma forte abertura política para o desenvolvimento de soluções estruturadas. Os representantes do poder público manifestaram 100% de concordância quanto à viabilidade e importância de se discutir aportes orçamentários para a criação de um Centro de Triagem municipal, iniciativa que, segundo a gestão, já se encontra em fase de tratativas com o CIMOP e o SEBRAE para promover a inclusão socioproductiva e a capacitação dos trabalhadores da região.

Para além dessas diretrizes de planejamento, o diagnóstico institucional sinaliza aspectos normativos e administrativos que demandam fortalecimento:

- **Lacuna Regulamentar Local:** O município de Martins/RN opera administrativamente sob o amparo da Lei nº 597/2014, voltada para os resíduos sólidos gerais, não dispondo de legislação municipal, decreto ou regulamentação específica para o fluxo de resíduos tecnológicos (REEE).
- **Ausência de Dotação Orçamentária Exclusiva:** Atualmente não há dotação orçamentária ou recurso proveniente do Fundo Municipal de Meio Ambiente especificamente carimbado para projetos de educação ambiental ou coleta de REEE, o que restringe a execução de ações contínuas.
- **Perspectiva de Gestão Compartilhada:** A análise dos dados denota uma organização administrativa de caráter multifacetado no gerenciamento dos REEE. Enquanto os aspectos regulatórios e de fiscalização primária associam-se às atribuições do setor de Meio Ambiente, as rotinas operacionais de recolhimento físico e manejo direto encontram-se integradas à dinâmica da Infraestrutura. Adicionalmente, identificam-se diferentes percepções técnicas quanto às etapas subsequentes do fluxo pós-transbordo, o que sugere a coexistência de rotas integradas que envolvem tanto o envio ao aterro consorciado quanto o processamento seletivo de frações triadas nas instalações receptoras.

Desse modo, o panorama institucional revela que o município dispõe de uma sólida articulação regionalizada por meio do consórcio intermunicipal, configurando-se o momento atual como uma fase de transição ideal para a consolidação de fluxos informativos unificados, o fortalecimento dos mecanismos de monitoramento junto ao varejo local e a calibração de instrumentos práticos voltados à Governança Ambiental Cooperativa, conforme preconizado

pelas diretrizes estruturais da PNRS. Os resultados convergem com a perspectiva apresentada por Silva (2021), segundo a qual a implementação da Economia Circular depende da formação de redes colaborativas entre governos, setor privado e sociedade civil. Nesse contexto, as articulações já iniciadas entre a Prefeitura Municipal, o CIMOP e o SEBRAE representam iniciativas alinhadas à construção de uma governança compartilhada capaz de fortalecer os mecanismos de logística reversa e sustentabilidade local.

5.3.5 Síntese do Diagnóstico Integrado da Gestão de REEE em Martins/RN

A integração dos resultados obtidos junto à população, comércio local, setor operacional e agentes públicos permitiu identificar que a gestão dos resíduos eletroeletrônicos em Martins/RN encontra-se em estágio inicial de desenvolvimento. O diagnóstico final aponta para um cenário paradoxal: a comunidade possui ampla consciência teórica sobre a periculosidade do e-lixo, mas o município opera sob limitações de ordem logística e regulamentar. Esse diagnóstico confirma a discussão apresentada por Simão e Paiva (2024), segundo a qual o conhecimento sobre os impactos ambientais dos REEE, se faz necessário, embora possa não ser suficiente para garantir práticas adequadas de descarte quando inexiste infraestrutura acessível e mecanismos permanentes de orientação à população.

Embora a inserção regionalizada de Martins no consórcio CIMOP tenha erradicado o lixo a céu aberto, a ausência de segregação na fonte faz com que frações de REEE e componentes associados a Classe I (perigosos) sejam destinados ao aterro consorciado, limitando o reaproveitamento econômico de materiais recicláveis e estendendo riscos ambientais ao aterro consorciado.

A resolução desse cenário indica que o comportamento social está diretamente condicionado à conveniência e ao suporte institucional. Portanto, constata-se a necessidade de intervenção do poder público para sanar as três principais lacunas identificadas: a ausência de infraestrutura física de coleta (PEVs), o distanciamento normativo e informativo do comércio varejista, e a escassez de campanhas educativas direcionadas a corrigir os desvios conceituais de descarte da população.

As evidências obtidas confirmam a premissa apresentada por Simão e Paiva (2024) de que a conscientização pública constitui elemento indispensável para o sucesso da logística reversa. Da mesma forma, reforçam a concepção defendida por Silva (2021) e Campello (2021) de que a transição para modelos circulares requer não apenas infraestrutura física, mas

também articulação institucional, participação social e compartilhamento de responsabilidades entre todos os atores envolvidos no ciclo de vida dos produtos.

Com a finalidade de sintetizar os resultados obtidos nos diferentes eixos investigados, o Quadro 5 apresenta uma visão integrada das potencialidades, fragilidades e oportunidades identificadas para a gestão dos resíduos eletroeletrônicos no município de Martins/RN.

Quadro 5 - Síntese integrada do diagnóstico da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) em Martins/RN

Dimensão	Principal problema	Potencial identificado
Infraestrutura	Ausência de PEVs	Projeto de triagem em andamento
População	Descarte no lixo comum	Interesse em participar de campanhas
Comércio	Falta de logística reversa	Aceitação de coletores nas lojas
Gestão Pública	Ausência de regulamentação específica	Apoio institucional ao tema

Fonte: Autoria própria (2026).

Conforme demonstrado no Quadro 5, o cenário municipal caracteriza-se pela coexistência de limitações institucionais e operacionais com importantes oportunidades de avanço. A receptividade da população, o interesse do comércio local e a abertura institucional identificada junto ao poder público constituem elementos favoráveis para a implementação gradual de um sistema de gestão de REEE alinhado aos princípios da economia circular e da responsabilidade compartilhada previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A implementação dessas medidas também contribuiria diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados à gestão de resíduos, especialmente os ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação), fortalecendo a sustentabilidade ambiental, social e econômica do município.

5.4 Estratégia para Gerenciamento dos Resíduos

A transição do modelo linear vigente em Martins/RN para um sistema fundamentado na Economia Circular requer a estruturação de uma estratégia integrada e gradual. Diante das especificidades locais identificadas no diagnóstico, as quais são caracterizadas por uma infraestrutura centralizada no transbordo convencional e por um expressivo interesse de engajamento comunitário, as ações propostas estruturam-se em três horizontes temporais, de

curto, médio e longo prazo. Essa abordagem visa otimizar os recursos disponíveis, estabelecer parcerias intersetoriais e garantir a conformidade regulamentar com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. As diretrizes que compõem esse planejamento e as suas respectivas metas temporais encontram-se sintetizadas nas ações descritas no Quadro 6.

Quadro 6 - Planejamento estratégico para a gestão de REEE no município de Martins/RN

Horizonte Temporal	Objetivo Estratégico	Ações Propostas	Atores Responsáveis
Curto Prazo <i>(Até 6 meses)</i>	Mitigação do déficit informativo e alinhamento institucional primário	• Campanhas publicitárias via rádio e mídias digitais para identificação de resíduos eletroeletrônicos. • Workshops regulatórios sobre logística reversa para comerciantes. • Criação de Grupo de Trabalho intersetorial.	• Secretaria de Meio Ambiente • Secretaria de Infraestrutura • Comércio Varejista Local • SEBRAE
Médio Prazo <i>(De 6 a 18 meses)</i>	Expansão da infraestrutura física e implementação da coleta seletiva	• Instalação piloto de PEVs em supermercados e praças centrais. • Criação do calendário municipal de mutirões nos bairros. • Formalização de parcerias com oficinas de reparo locais.	• Poder Executivo Municipal • Escolas e Postos de Saúde • Oficinas de reparos locais
Longo Prazo <i>(Acima de 18 meses)</i>	Consolidação jurídica do sistema e integração operacional regionalizada	• Elaboração de Decreto Municipal regulamentador específico para REEE. • Vinculação orçamentária ao Fundo de Meio Ambiente. • Viabilização do Centro de Triagem Consorciado.	• Poder Legislativo Municipal • Associações de Catadores • Consórcio CIMOP

Fonte: Autoria própria (2026).

5.4.1 Ações de Curto Prazo com Foco em Campanhas Informativas e Alinhamento Setorial

O horizonte de curto prazo compreende o período de até seis meses e foca no ativo mais promissor identificado na pesquisa, que representa a receptividade da população e do comércio local. As medidas concentram-se na redução do déficit informativo sem a necessidade de grandes aportes financeiros iniciais.

As campanhas de educação ambiental direcionadas tornam-se prioritárias devido à constatação de que 66,91% da população desassocia pilhas, baterias e lâmpadas da categoria de resíduos tecnológicos. Propõe-se o desenvolvimento de campanhas publicitárias institucionais por meio de redes sociais oficiais, rádio local e panfletagem digital. O objetivo central é a correção dessa distorção perspectiva, alertando sobre a classificação associada desses itens como resíduos Classe I pela norma ABNT NBR 10.004 e mitigando o índice de 88,49% de descarte inadequado que atualmente sobrecarrega a cadeia de destinação final regional em Rodolfo Fernandes/RN.

A capacitação e sensibilização do setor varejista também devem ser conduzidas nesse período, considerando que 80% dos comerciantes desconhecem os marcos legais da logística reversa, embora a totalidade deles nunca tenha participado de campanhas orientativas. Sugere-se a realização de um seminário ou workshop informativo promovido pela Secretaria de Meio Ambiente em parceria com entidades de apoio ao empreendedorismo, visando esclarecer as responsabilidades compartilhadas e formalizar o interesse manifesto de 80% dos lojistas em atuar como pontos de recebimento de pequenos equipamentos eletroeletrônicos.

Por fim, busca-se a unificação do fluxo de comunicação institucional para sanar o desalinhamento de percepções mapeado entre os servidores públicos. Recomenda-se a criação de um Grupo de Trabalho intersetorial envolvendo as secretarias de Meio Ambiente e de Infraestrutura. Esse grupo terá a função de unificar as informações sobre a gestão de resíduos tecnológicos, delimitar as competências operacionais de cada pasta e padronizar o entendimento técnico acerca do fluxo correto de destinação dos materiais coletados por demanda.

5.4.2 Ações de Médio Prazo para a Implementação de Infraestrutura Descentralizada

No horizonte de médio prazo, que abrange o intervalo de seis a dezoito meses, o foco transita para a superação da barreira física apontada por 64,75% da população, que declarou

não possuir conhecimento sobre locais específicos de descarte no território municipal devido à atual inexistência de pontos fixos de recebimento.

A instalação de PEVs estratégicos atende diretamente a essa lacuna logística. Sugere-se a instalação piloto de receptores padronizados em duas frentes principais, incluindo as praças centrais e os supermercados de grande circulação, conforme sugerido pela comunidade amostrada. Os coletores devem possuir compartimentos segregados e sinalização visual clara, priorizando o recebimento de componentes de alta rotatividade, o que oferece uma alternativa prática para os 58,27% de moradores que hoje utilizam o lixo comum doméstico por conveniência e inicia efetivamente a transição para a coleta seletiva municipal.

A instituição de mutirões periódicos de coleta surge como uma alternativa complementar para os cidadãos e também como um mecanismo para esvaziar os estoques domésticos identificados, visto que 39,57% da população admite armazenar aparelhos sem uso em suas residências. Propõe-se o estabelecimento de um calendário municipal de recolhimento de resíduos de médio e grande porte, utilizando as escolas públicas e postos de saúde como pólos de entrega temporária. Para solucionar o receio de 20,14% dos respondentes quanto à segurança de dados pessoais, esses mutirões devem incluir um protocolo formal de recebimento com diretrizes claras sobre a eliminação segura de dados por destruição física ou procedimentos de sanitização compatíveis com o tipo de mídia.

Paralelamente, as parcerias com as oficinas de reparos locais devem ser formalizadas para valorizar a atuação dos agentes espontâneos de economia circular do município. O poder público pode instituir um selo de parceria com as assistências técnicas locais que já realizam de forma voluntária a retenção e o reaproveitamento de componentes de 60% dos resíduos tecnológicos, integrando-as formalmente à rede municipal e oferecendo suporte logístico para o descarte adequado dos componentes que restarem inviáveis após a recuperação de peças.

5.4.3 Ações de Longo Prazo para Consolidação Normativa e Integração Regional

No horizonte de longo prazo, planejado para além de dezoito meses, as estratégias visam garantir a sustentabilidade econômica, jurídica e operacional do sistema, consolidando a transição de Martins/RN para a circularidade de forma permanente.

O desenvolvimento do arcabouço jurídico local é fundamental para preencher a lacuna regulamentar identificada, superando a dependência exclusiva da Lei municipal nº 597/2014, que trata apenas de resíduos sólidos gerais. Faz-se necessária a elaboração de um Decreto Municipal específico para resíduos tecnológicos, de caráter complementar à legislação

vigente. Este dispositivo deve normatizar as metas de recolhimento para o comércio local, prever incentivos fiscais ou concessão de benefícios em taxas municipais aos 80% de lojistas interessados em abrigar coletores e orientar a inclusão de ações voltadas aos REEE nos instrumentos de planejamento e orçamento municipal, com possibilidade de financiamento por meio do Fundo Municipal de Meio Ambiente destinado ao apoio de programas, ações educativas e campanhas permanentes relacionadas à gestão desses resíduos.

A viabilização do Centro de Triagem regionalizado fecha o ciclo estratégico, respaldada pelo próprio cenário de transição administrativa local, visto que, conforme informações obtidas nas entrevistas com os agentes públicos, a implantação dessa estrutura já se encontra em trâmites oficiais. Embora rotas tecnológicas como a hidrometalurgia e fluidos supercríticos representem o nível mais avançado de desenvolvimento tecnológico na reciclagem de REEE, a realidade de municípios de pequeno porte, como Martins/RN, exige que as estratégias iniciais foquem na etapa primária desse fluxo por meio da desmontagem física e da segregação correta via cooperativas, viabilizando o envio posterior desses materiais para centros industriais capazes de realizar os processos avançados. Propõe-se, portanto, a consolidação das parcerias para a criação de uma unidade de triagem e valorização que operará de forma cooperação com o consórcio CIMOP, impedindo que os eletroeletrônicos segregados no território de Martins sejam destinados ao aterro consorciado em Rodolfo Fernandes/RN. O centro funcionará como um núcleo de triagem técnica, desmontagem segura e comercialização de frações valiosas de materiais, promovendo a inclusão socioproductiva de trabalhadores locais e consolidando as diretrizes de responsabilidade compartilhada exigidas pela legislação nacional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa cumpriu integralmente o seu objetivo geral ao analisar o panorama do gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos no município de Martins, no interior do Rio Grande do Norte, culminando na elaboração de diretrizes estratégicas fundamentadas nos preceitos da Economia Circular e da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os resultados obtidos permitiram descortinar uma realidade local rica em potencialidades, embora severamente limitada por lacunas de ordem física, informativa e regulamentar.

No que tange aos objetivos específicos estabelecidos, o diagnóstico revelou uma geração expressiva de REEE, com destaque para o descarte massivo de lâmpadas, pilhas e baterias, e equipamentos de pequeno porte que podem apresentar características de periculosidade e demandam destinação ambientalmente adequada. A investigação acerca do comportamento social demonstrou que a comunidade martinense apresenta um elevado nível de responsabilidade teórica e hábitos louváveis de prolongamento da vida útil de seus dispositivos, embora esse engajamento seja restringido por uma forte distorção perspectiva, haja vista que a maioria dos respondentes desassocia os componentes portáteis e perigosos da categoria de lixo tecnológico.

Essa assimetria conceitual reflete-se diretamente na identificação dos locais de descarte, constatando-se que o lixo comum domiciliar e a coleta convencional nas calçadas figuram como o destino predominante desses materiais devido à conveniência e à ausência de infraestruturas segregadas na cidade. Quanto à avaliação do poder público, evidenciou-se um cenário de transição administrativa promissor, marcado pela recente erradicação do lixão a céu aberto em 2025 e pela adesão ao consórcio intermunicipal, embora o município ainda careça de dotação orçamentária carimbada e de um arcabouço normativo local focado especificamente no fluxo de resíduos eletroeletrônicos.

Por fim, as estratégias propostas em horizontes de curto, médio e longo prazo oferecera soluções viáveis e escalonadas, englobando desde campanhas publicitárias de correção cognitiva e workshops para o varejo até a instalação descentralizada de Pontos de Entrega Voluntária para a implementação da coleta seletiva e a futura consolidação de um Centro de Triagem regionalizado via consórcio CIMOP. Como limitação deste estudo, aponta-se a impossibilidade de quantificar o volume exato em toneladas de eletroeletrônicos que ingressam diariamente no fluxo de transbordo municipal. Diante disso, recomenda-se para trabalhos futuros a realização de uma gravimetria específica para a fração tecnológica nas

rotas de coleta de Martins, fornecendo subsídios numéricos ainda mais precisos para o dimensionamento físico das estruturas de triagem planejadas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. da S.; BARROS, A. T.. Percepção e práticas de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no curso de ciências biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 2, p. 268-288, 2025. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen24/REEC_24_02_03_ex2194_1062.pdf. Acesso em: 7 jul. 2025.
- ANKIT; SAHA, L. *et. al.* Electronic waste and their leachates impact on human health and environment: Global ecological threat and management. **Environmental Technology & Innovation**, [s. l.], v. 24, 102049, nov. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186421006970?via%3Dihub>. Acesso em: 03 mar. 2026.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71 p. Disponível em: <https://analiticaqm Cresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2026.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2025**. São Paulo: ABREMA, 2025. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 04 fev. 2026.
- BALDÉ, C. P. *et. al.* **The Global E-waste Monitor 2024**: quantities, flows, and the circular economy potential. Geneva/Bonn: International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), 2024. 132 p. Disponível em: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/12/GEM_2024_EN_11_NOV-web.pdf. Acesso em: 12 nov. 2025.
- BIESEK, A. S. Legislação ambiental: logística reversa como ferramenta para mitigar impactos dos resíduos sólidos eletrônicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 9., 2019, Fortaleza. **Anais [...]** Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2019. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/IX-019.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2026.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 401, de 04 de novembro de 2008**. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=570. Acesso em: 11 jul. 2025.
- BRASIL. **Decreto nº 875, de 19 de julho de 1993**. Promulga a Convenção de Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Brasília, DF: Presidência da República, [1993]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d0875.htm. Acesso em: 4 mar. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020.** Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 fev. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024.** Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12082.htm. Acesso em: 04 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1981]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1998]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 9 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9795/1999.** Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 17 nov. 2025.

CAMPELLO, M. Economia circular: afinal, o que é isso. In: **LOGÍSTICA: contribuições para melhorias na produção e nos resultados.** Guarujá: Científica Digital, 2021. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/economia-circular-afinal-o-que-e-isso>. Acesso em: nov. 2025.

CIMOP – Consórcio Intermunicipal Multifinalitário dos Municípios do Oeste Potiguar. **Cidades integrantes:** Martins/RN. Portalegre, RN: CIMOP, 2026. Disponível em: <https://www.cimop.com.br/pagina/81/cidades>. Acesso em: 19 fev. 2026.

FORTI, V. *et. al.* **The Global E-waste Monitor 2020:** Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. 2020. Disponível em:

https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_def.pdf Acesso em: 12 nov. 2025.

FRANCO, A. dos S. *et. al.* Danos causados à saúde humana pelos metais tóxicos presentes no lixo eletrônico. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 2025–2039, 2021. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1626. Acesso em: 2 mar. 2026.

GENERATION BRASIL. **Afinal, o que são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável?**. [S. l.], [2026]. Disponível em: <https://brazil.generation.org/news/afinal-o-que-sao-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 26 fev. 2026.

GIESE, E. C. *et. al.* (org.). **Cooperativas e a gestão de resíduos eletroeletrônicos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2021. Disponível em: <https://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2375/1/cooperativas-e-a-gestao-de-ree-.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2025.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. E-book. p.45. ISBN 9786559771653. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771653/>. Acesso em: 24 mar. 2026.

GREEN ELÉTRON. **Pilhas usadas devem ser descartadas corretamente**: saiba quais são recebidas nos coletores da Green Elétron. São Paulo, 31 ago. 2021. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/blog/pilhas-usadas-devem-ser-descartadas-corretamente-saiba-quais-sao-recebidas-nos-coletores-da-green-eletron/>. Acesso em: 2 abr. 2026.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO (IAS). **Municípios e Saneamento**: Martins (RN). 2024. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/rn/martins>. Acesso em: 24 mar. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/martins.html>. Acesso em: 10 jul. 2025.

JUGEND, D.; BEZERRA, B. S.; SOUZA, R. G. de. **Economia Circular**: Uma rota para a sustentabilidade. São Paulo: Grupo Almedina, 2022. E-book. ISBN 9786587019499. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786587019499/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

LINZMAIER, J. *et. al.* Análise do ciclo de vida de produtos eletroeletrônicos: um estudo introdutório visando um sistema produto-serviço. **ENGEMAY**, [S.l.], *Anais*. Dez. 2018. Disponível em: <https://engemasp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/357.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MARCHI, C. M. D. F.; SANTOS, E. L.. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: levantamento bibliográfico e proposição de alternativas para prevenção ambiental. **Revista de Ciências Ambientais**. Canoas, v. 16, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/8181>. Acesso em: 23 mar. 2026

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021. E-book. pág.202. ISBN 9788597026580. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597026580/>. Acesso em: 23 mar. 2026.

MARTINS (Município). **Lei nº 596, de 29 de dezembro de 2014**. Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico, cria o Fundo e o Conselho Municipal de Saneamento Básico e dá outras Providências. Martins, RN: Prefeitura Municipal, 2014. Disponível em: <https://martins.rn.gov.br/public/admin/globalarq/legislacao/arquivo/9bex6Vj4E3.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2026.

MARTINS, M. G. R. da S.; MALPASS, G. R. P.; MALPASS, A. C. G. Sustentabilidade e inclusão social: a problemática do descarte de equipamentos eletrônicos. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 7, p. 01-24, 2025. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/10634>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MARTINS, T. de S.; LEITÃO, F. O.; GUARNIERI, P. Transição da economia linear para a economia circular de equipamentos eletro-eletrônicos. **Revista Organizações em Contexto**, São Bernardo do Campo, v. 19, n. 37, p. 329–361, jan.-jun. 2023. Disponível em: <https://revistas.metodista.br/index.php/organizacaoesemcontexto/article/view/40>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MEDEIROS, J. F. de; CESTARO, L. A.; QUEIROZ, L. S. Caracterização climática da serra de Martins-RN. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 92–100, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/21397>. Acesso em: 5 fev. 2026.

NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2026.

OLIVEIRA, C. A. N. *et. al.* da S. Resíduos eletroeletrônicos: um problema logístico, ambiental ou educacional?. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 20, n. 3, 2024. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/5141. Acesso em: 9 fev. 2026.

OLIVEIRA, E. M. *et. al.* Cumprimento de políticas públicas ambientais e destinação de resíduos eletrônicos: uma análise dos fatores dificultadores. **Revista Teccen**. 2021 Jan./Jun.; 14 (1): 07-13. Disponível em: <https://editora.univassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/2553>. Acesso em: 7 jul. 2025.

PEREIRA, G. B.; MONSORES, G. L.; FERNANDES, M. Gestão De Resíduos Eletroeletrônicos E As Influências Culturais: ESTUDO NAS UNIVERSIDADES DA REGIÃO SUL FLUMINENSE DO RJ. **Revista Valor**, [S. l.], v. 4, p. 277–288, 2020. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valor/article/view/370>. Acesso em: 14 jul. 2025.

RADÜNS, C. D. **Logística reversa de resíduos tecnológicos**. v.2. Ijuí: Editora Unijuí, 2022. E-book. ISBN 9788541903332. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788541903332/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

RICHTER, M. F. *et. al.* RESÍDUOS ELETRÔNICOS: Efeitos na saúde humana, impacto ambiental e potencial econômico. **HOLOS**, [S. l.], v. 5, 2022. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/13979>. Acesso em: 11 jun. 2026.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei nº 11.669, de 10 de janeiro de 2024**. Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte, 10 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rn/lei-ordinaria-n-11669-2024-rio-grande-do-norte-dispoe-sobre-a-politica-estadual-de-residuos-solidos-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 12 jul. 2025.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei nº 11.887, de 12 de agosto de 2024**. Institui a Política de Coleta Contínua de Lixo Eletrônico de Pequeno Porte nas escolas públicas e privadas do Estado do Rio Grande do Norte. Natal: Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Norte, 2024. Disponível em: <https://iframe.leisestaduais.com.br/rn/lei-ordinaria-n-11887-2024-rio-grande-do-norte-institui-a-politica-de-coleta-continua-de-lixo-eletronico-de-pequeno-porte-nas-escolas-publicas-e-privadas-do-estado-do-rio-grande-do-norte>. Acesso em: 30 maio 2026

SILVA, N. R. N. da; DINIZ, M. C. Gerenciamento de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) nas Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil: análise cienciométrica de 2010 a 2021. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 19, n. 55, p. 21-40, 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15051>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SILVA, T. G. E. *et. al.* Economia circular: um panorama do estado da arte das políticas públicas no Brasil. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 951–972, 2021. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4354>. Acesso em: 4 mar. 2026.

SIMÃO, A. do N.; PAIVA, L. T. de. Políticas públicas e a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. In: FERREIRA, Helene Sivini *et al.* (org.). **Objetivos do desenvolvimento sustentável nas políticas e práticas socioambientais**. Curitiba: CEPEDIS, 2024. p. 154-170. Disponível em: <https://direitosocioambiental.org/wp-content/uploads/2024/06/Livro-8.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

SMITH, R. L.; BEHDAD, S. From present to future: A review of e-waste recycling processes. **Waste Management**, [S. l.], v. 204, art. 114863, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.114863>. Acesso em: 24 fev. 2026.

TELLES, D. D. **Resíduos sólidos: gestão responsável e sustentável**. São Paulo: Editora Blucher, 2022. E-book. p.1. ISBN 9786555061055. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555061055/>. Acesso em: 14 nov. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Children and digital dumpsites: e-waste exposure and child health: summary for policy-makers**. Geneva: World Health Organization,

2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240024557> . Acesso em: 2 mar. 2026.

XAVIER, L. H. *et. al.* **Guia de desmontagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos**. Rio de Janeiro: CETEM, 2020. Disponível em: <https://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2380/1/guia-de-desmontagem-reee.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

XAVIER, L.H. *et. al.* Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. **Resources Policy**, [s. l.], v. 74, art. 101467, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101467>. Acesso em: 25 fev. 2026.

XAVIER, L. H. *et. al.* (orgs.). **Guia de desmontagem de equipamentos eletroeletrônicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2025. Disponível em: https://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2918/1/Guia_Desmontagem_CETEM_2025_vf.pdf. Acesso em: 10 fev. 2026.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA: AGENTES PÚBLICOS (MARTINS/RN)

Tema: Resíduos Tecnológicos em Martins/RN: Diagnóstico e Estratégias para o Gerenciamento Sustentável. **Objetivo:** Compreender a existência e a eficácia de políticas públicas, programas ou iniciativas locais voltadas à gestão de resíduos eletroeletrônicos gerados na cidade.

Bloco 1: Identificação

Nome do entrevistado:

Data:

Cargo/Função:

Apresentação: (Apresentação do entrevistador e objetivos do trabalho).

Consentimento: Sua participação é voluntária e todos os dados coletados serão tratados de forma anônima, sendo utilizados exclusivamente para fins acadêmicos dentro do escopo deste estudo. Permite a gravação? () Sim () Não.

Bloco 2: Questionário

Parte A – Aspectos Legais e Administrativos

1. Qual secretaria ou departamento é responsável pela gestão de lixo eletrônico na cidade?
2. Existe alguma Lei Municipal específica sobre a gestão de resíduos sólidos ou incentivo à reciclagem em vigor?
3. Existe alguma regulamentação municipal sobre o descarte de lixo eletrônico? Quais?
4. O município de Martins faz parte de algum consórcio intermunicipal para a gestão de resíduos sólidos que inclua a destinação de eletroeletrônicos?

5. Há algum planejamento ou plano de gestão específico para o lixo eletrônico na cidade? Se sim, qual a descrição?
6. Existe algum plano ou estudo em andamento para a implantação da coleta seletiva (especialmente para REEE) no município?

Parte B – Operação e Infraestrutura Atual

7. A cidade possui pontos de coleta específicos para lixo eletrônico? Se sim, quantos existem e onde estão? Se não, qual o motivo (verba, escala/volume ou falta de parceria)?
8. Hoje, o lixo eletrônico é coletado de forma separada do lixo doméstico comum em algum momento (mesmo que por demanda agendada ou campanhas)?
9. O município tem parcerias com empresas ou organizações para a coleta e reciclagem de lixo eletrônico? Caso afirmativo, com quais entidades ou empresas?
10. Existem empresas ou cooperativas locais envolvidas na reciclagem e reaproveitamento do lixo eletrônico na cidade? Qual o nome e tipo de parceria?
11. Existe algum diálogo ou fiscalização junto ao comércio local para que atuem como pontos de entrega voluntária (logística reversa)?
12. Como o lixo eletrônico coletado é processado hoje?
 - () Enviado para aterros sanitários junto com os demais resíduos urbanos.
 - () Encaminhado para centros de reciclagem especializados.
 - () Redirecionado para empresas de reaproveitamento de peças.
 - () Outra(s) forma(s): _____

Parte C – Participação Social e Demandas

13. O órgão municipal já recebeu demandas ou reclamações da população sobre o descarte de eletrônicos ou a falta de coleta seletiva?
14. O município realiza campanhas de conscientização sobre o descarte correto de lixo eletrônico? Se sim, quais as principais ações?

Parte D – Desafios, Orçamento e Perspectivas Futuras

15. Quais são os principais desafios enfrentados para garantir o descarte adequado de lixo eletrônico?
 - () Falta/inexistência de pontos de coleta suficientes
 - () Baixa adesão da população
 - () Falta de recursos financeiros para implementação de programas
 - () Dificuldade em encontrar empresas parceiras
 - () Outro: _____
16. O município tem planos de criar, expandir ou melhorar os serviços de coleta de lixo eletrônico? Como estão sendo planejadas essas melhorias?
17. Quais são as ações ou programas planejados para os próximos anos no contexto do lixo eletrônico?
18. Atualmente, existe alguma dotação orçamentária ou recurso proveniente do Fundo Municipal de Meio Ambiente que possa ser destinado a projetos de educação ambiental ou coleta de REEE?
19. Haveria abertura para discutir a destinação de parte do orçamento municipal para a criação de um Centro de Triagem ou parceria com cooperativas da região?
20. Quais melhorias você considera necessárias para a gestão do lixo eletrônico no município?

21. Há outras informações ou comentários que gostaria de adicionar?

Agradecemos a sua colaboração com esta pesquisa!

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA: COMÉRCIO LOCAL

Nome do entrevistado:

Data:

Tipo de atividade de comércio:

Bloco 1: Identificação

Apresentação: Apresentação do entrevistador, do tema e objetivos do TCC.

Tema do estudo: Resíduos Tecnológicos em Martins/RN: Diagnóstico e Estratégias para o Gerenciamento Sustentável.

Objetivo da entrevista: Compreender as práticas de descarte, o conhecimento sobre logística reversa e os desafios enfrentados pelo comércio local de eletroeletrônicos.

Consentimento: Sua participação é voluntária e todos os dados coletados serão tratados de forma anônima, sendo utilizados exclusivamente para fins acadêmicos dentro do escopo deste estudo. Permite a gravação? () Sim () Não.

Bloco 2: Questionário

1. Quais são os eletrônicos que você mais vende em seu estabelecimento?
 - () Desktops, laptops, tablets, celulares ou acessórios de informática.
 - () TVs, monitores, aparelhos de DVD/VHS, áudio ou filmadoras.
 - () Aspiradores de pó, batedeiras, liquidificadores, ferros e secadores.
 - () Refrigeradores, fogões, lavadoras, secadoras ou ar-condicionado.
2. Você recebe produtos eletrônicos quebrados ou obsoletos dos seus clientes para conserto?
 - () Sim
 - () Não
3. Quando um produto eletrônico não pode ser consertado, o que você faz com ele?
 - () Descarta no lixo comum (doméstico).
 - () Doa para terceiros ou instituições.

- ☐ Guarda para reaproveitamento de peças.
 - ☐ Entrega em pontos de coleta específicos ou lojas.
4. O seu estabelecimento possui algum ponto de coleta para que clientes possam descartar seus produtos eletrônicos antigos ou quebrados?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
5. Se a gestão pública oferecesse um incentivo fiscal ou apoio logístico, você aceitaria ter um coletor de pilhas/baterias ou pequenos eletrônicos em sua loja?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
6. Qual você acredita ser o maior desafio para a coleta dos resíduos eletroeletrônicos na cidade?
7. Você está ciente de alguma regulamentação pública ou municipal sobre o descarte de lixo eletrônico? Se sim, qual?
- ☐ Sim
 - ☐ Não.
8. Você já participou de alguma campanha ou iniciativa de conscientização sobre o descarte correto de lixo eletrônico?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
9. Quais dificuldades você encontra para realizar o descarte correto ou reaproveitamento de lixo eletrônico?
- ☐ Falta de pontos de coleta apropriados
 - ☐ Falta de informações sobre o descarte correto

- ☐ Dificuldade em transportar o lixo eletrônico
- ☐ Custo elevado para realizar a reciclagem
- ☐ Outro: _____

10. O que você sugere para melhorar o processo de descarte e reaproveitamento de lixo eletrônico no comércio local?

Agradecemos a sua colaboração com esta pesquisa!

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA: FUNCIONÁRIOS DA LIMPEZA PÚBLICA

Nome do entrevistado:

Data:

Cargo:

Bloco 1: Identificação

Apresentação: Apresentação do entrevistador, do tema e objetivos do TCC.

Tema do estudo: Resíduos Tecnológicos em Martins/RN: Diagnóstico e Estratégias para o Gerenciamento Sustentável.

Objetivo da entrevista: Compreender a perspectiva de funcionários da limpeza pública frente aos locais de descarte mais comuns e os riscos no manejo desses resíduos.

Consentimento: Sua participação é voluntária e todos os dados coletados serão tratados de forma anônima, sendo utilizados exclusivamente para fins acadêmicos dentro do escopo deste estudo. Permite a gravação? () Sim () Não.

Bloco 2: Questionário

NOTA: Equipamentos Eletroeletrônicos são os produtos que dependem do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para seu funcionamento. Tais como, eletrodomésticos básicos (geladeira, torradeira, microondas, etc), brinquedos elétricos, ferramentas elétricas, equipamentos de áudio/som, celulares, notebooks, entre outros.

Identificação e Coleta de Lixo Eletrônico

1. Quanto tempo você trabalha no setor de limpeza pública?

- () Menos de 1 ano
- () 1 a 3 anos
- () 4 a 6 anos
- () Mais de 6 anos

2. Com que frequência vocês encontram aparelhos eletrônicos misturados ao lixo comum doméstico?

- () Todos os dias () Algumas vezes por semana () Raramente.

3. Quais são os itens eletrônicos que você mais vê sendo descartados na calçada?
4. Você já sofreu ou presenciou algum acidente de trabalho causado por lixo eletrônico? (Ex: Cortes com vidro de monitor, batida de bateria que soltou faísca/fumaça, peso excessivo ao erguer um aparelho).
5. Quando vocês encontram um eletrônico grande (como uma geladeira ou TV de tubo) que não cabe no compactador do caminhão, o que é feito?

☐ O caminhão leva assim mesmo.

☐ O item fica na calçada.

☐ É acionado um serviço específico.
6. Existe alguma orientação ou treinamento da gestão pública sobre como manusear o lixo eletrônico ou materiais com potencial perigoso (pilhas/baterias) que aparecem no trajeto?
7. Existem áreas ou centros específicos para armazenamento temporário de lixo eletrônico antes do descarte final?
8. Você tem conhecimento se há "catadores" que passam antes do caminhão de lixo retirando peças de valor (como fios de cobre e placas) e deixando o resto do aparelho na rua?
9. Na sua opinião, se houvesse um local específico para as pessoas levarem esses aparelhos, o trabalho da coleta comum ficaria mais fácil ou seguro? Por quê?

10. Gostaria de adicionar alguma experiência no trabalho ou alguma observação sobre o lixo eletrônico?

Agradecemos a sua colaboração com esta pesquisa!

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO APLICADO À POPULAÇÃO

Resíduos Tecnológicos em Martins/RN: Diagnóstico e Estratégias para o Gerenciamento Sustentável

Pesquisa Acadêmica: Lixo Eletroeletrônico em Martins/RN

Prezado(a) cidadão(ã),

Este questionário integra uma pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

- **Objetivo:** Investigar o conhecimento e o engajamento da população de Martins/RN em relação ao descarte de resíduos eletroeletrônicos.
- **Voluntariedade e Sigilo:** Sua participação é espontânea e as respostas são completamente anônimas. Os dados coletados serão analisados de forma coletiva e utilizados exclusivamente para fins acadêmicos.
- **Tempo estimado:** 5 minutos.

Ao prosseguir com o preenchimento, você declara que compreende os objetivos da pesquisa e concorda em participar voluntariamente deste estudo, autorizando o uso dos dados para fins científicos.

Agradecemos imensamente a sua colaboração!

Bloco 1: Perfil Social e Conhecimento Básico

1. Faixa Etária:

☐ Menos de 18 anos

☐ 18 a 25 anos

☐ 26 a 40 anos

☐ 41 a 60 anos

☐ Acima de 60 anos

2. Grau de Escolaridade:

☐ Ensino Fundamental incompleto

- ☐ Ensino Fundamental completo
- ☐ Ensino Médio incompleto
- ☐ Ensino Médio completo
- ☐ Ensino Superior incompleto
- ☐ Ensino Superior completo
- ☐ Pós-graduação (Especialização, Mestrado ou Doutorado) incompleto
- ☐ Pós-graduação (Especialização, Mestrado ou Doutorado) completo

3. Você sabe o que é considerado "lixo eletrônico" (resíduos eletroeletrônicos)?

- ☐ Sim, tenho total clareza.
- ☐ Tenho uma ideia geral, mas não sei todos os itens que se enquadram.
- ☐ Não, nunca ouvi o termo ou não sei o que significa.

4. Quais destes itens você considera como equipamento eletroeletrônico?

Marque todos que considerar corretos.

- ☐ Celulares, computadores, tablets, acessórios de informática.
- ☐ TVs, aparelhos de áudio, vídeo e filmadoras.
- ☐ Liquidificadores, batedeiras, ferros de passar e secadores.
- ☐ Fogões, geladeiras, freezers e lavadoras.
- ☐ Pilhas e baterias.
- ☐ Lâmpadas.
- ☐ Outro:

5. Você tem conhecimento de que o descarte incorreto desses materiais pode causar impactos negativos à saúde e ao meio ambiente?

- ☐ Sim, conheço os riscos.

☐ Já ouvi falar, mas não sei detalhes.

☐ Não tinha conhecimento.

Bloco 2: Hábitos de Consumo e Armazenamento

NOTA: Equipamentos Eletroeletrônicos são os produtos que dependem do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para seu funcionamento, como geladeiras, torradeiras, micro-ondas, celulares e notebooks, entre outros.

6. Com que frequência você costuma trocar de equipamentos eletroeletrônicos?

☐ Menos de 2 anos.

☐ Entre 2 e 4 anos.

☐ Mais de 5 anos ou apenas quando param de funcionar.

7. Quando precisa trocar algum equipamento eletroeletrônico, qual o principal motivo?

☐ Busca por um equipamento mais moderno/atual.

☐ Prefere comprar um novo equipamento ao invés de consertar o atual.

☐ O equipamento não possui conserto ou outra serventia.

8. Você possui aparelhos eletroeletrônicos sem uso ou quebrados guardados em sua residência atualmente?

☐ Não possuo nenhum.

☐ Sim, de 1 a 3 aparelhos.

☐ Sim, mais de 4 aparelhos.

9. Se possui aparelhos guardados (ou se já guardou antes), qual o principal motivo?

☐ Valor sentimental.

☐ Receio pelo acesso a dados pessoais (fotos, arquivos).

☐ Não sei onde descartar corretamente.

☐ Pretendo consertar ou doar no futuro.

Bloco 3: Práticas de Descarte e Engajamento

10. Marque 3 categorias de itens que você descarta com maior frequência?

☐ Equipamentos de troca de calor (tais como: refrigeradores, freezers, aparelhos de ar-condicionado e bombas de calor)

☐ Telas e monitores (tais como: televisores, monitores e tablets)

☐ Lâmpadas em geral.

☐ Equipamentos de grande porte (tais como: máquinas de lavar, fogões elétricos, painéis fotovoltaicos e grandes impressoras)

☐ Equipamentos de pequeno porte (tais como: micro-ondas, aspiradores de pó, ferramentas elétricas, brinquedos eletrônicos)

☐ Pequenos equipamentos de TI (tais como: celulares, dispositivos GPS, roteadores ou computadores de mesa)

☐ Pilhas e baterias.

11. Você sabe que a grande maioria desses itens eletrônicos podem ser reciclados?

☐ Sim

☐ Não

12. Qual é o destino mais comum que você dá aos seus eletroeletrônicos quando eles deixam de ter utilidade?

☐ Lixo comum (doméstico).

☐ Doação para terceiros ou instituições.

☐ Venda em plataformas de usados.

☐ Entrega em pontos de coleta específicos ou lojas.

13. Você sabe onde fica o ponto de coleta de lixo eletrônico mais próximo da sua residência?

- ☐ Sim, sei exatamente onde fica.
- ☐ Não, mas saberia como procurar.
- ☐ Não tenho conhecimento de nenhum ponto de coleta.

14. Você já participou de algum mutirão ou campanha de coleta de lixo eletrônico em sua cidade?

- ☐ Sim, já participei.
- ☐ Nunca participei, mas tenho interesse.
- ☐ Nunca participei e não tenho interesse.

Bloco 4: Barreiras e Incentivos

15. Qual é a sua maior dificuldade para realizar o descarte correto?

- ☐ Falta de informação sobre como e o que descartar.
- ☐ Falta de postos de coleta próximos.
- ☐ Falta de hábito ou incentivo.

16. O que mais incentiva você a realizar o descarte correto?

- ☐ Coleta domiciliar (retirada na residência).
- ☐ Benefícios financeiros ou descontos em novas compras.
- ☐ Pontos de coleta em locais de fácil acesso (supermercados/lojas).
- ☐ Campanhas informativas na mídia e redes sociais.
- ☐ Outro:

17. Na sua opinião, qual seria o melhor local para um ponto de coleta de resíduos eletroeletrônicos na cidade?

- () Prefeitura / Secretarias Municipais.
- () Praças centrais.
- () Escolas ou Postos de Saúde.
- () Supermercados/Lojas de grande circulação.
- () Opção "Outro" (texto curto).

Agradecemos a sua colaboração com esta pesquisa!

ANEXO A - LEI MUNICIPAL Nº 597/2014

Estado do Rio Grande do Norte

Prefeitura Municipal de Martins

LEI nº 597/2014

Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico, instrumento da Política Municipal de Saneamento Básico e dá outras providências.

A Prefeita Constitucional do Município de Martins faço saber que a Câmara Municipal decretou e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º. O Plano Municipal de Saneamento Básico, como instrumento da Política Municipal de Saneamento Básico, respeitadas as competências da União e do Estado, tem como diretrizes, melhorar a qualidade da sanidade pública, manter o meio ambiente equilibrado em busca do desenvolvimento sustentável, além de fornecer diretrizes ao poder público e à coletividade para a defesa, conservação e recuperação da qualidade e salubridade ambiental, cabendo a todos o direito de exigir a adoção de medidas neste sentido.

Art. 2º. Para o estabelecimento do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins serão observados os seguintes princípios fundamentais:

- I. a universalização, a integralidade e a disponibilidade;*
- II. preservação da saúde pública e a proteção do meio ambiente;*
- III. A adequação de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;*
- IV. A articulação com outras políticas públicas;*

V. a eficiência e sustentabilidade econômica, técnica, social e ambiental;

VI. a utilização de tecnologias apropriadas;

VII. a transparência das ações;

VIII. controle social;

IX. a segurança, qualidade e regularidade;

X. a integração com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Art. 3º. O Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins tem por objetivo geral o estabelecimento de ações para a Universalização do Saneamento Básico, através da ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados no município de Martins.

Parágrafo Único. Para o alcance do objetivo geral, são objetivos específicos do presente Plano:

I. Garantir as condições de qualidade dos serviços existentes buscando sua melhoria e ampliação às localidades não atendidas;

II. Implementar os serviços ora inexistentes, em prazos factíveis;

III. Criar instrumentos para regulação, fiscalização e monitoramento e gestão dos serviços;

IV. Estimular a conscientização ambiental da população e

V. Atingir condição de sustentabilidade técnica, econômica, social e ambiental aos serviços de saneamento básico.

Art. 4º. Para efeitos desta Lei, consideram-se saneamento básico as estruturas e serviços dos seguintes sistemas:

I. Abastecimento de Água;

II. Esgotamento Sanitário;

III. Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais e

IV. Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos.

Art. 5º. Por se tratar de instrumento dinâmico, o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins deverá respeitar o que determina a Lei

Municipal que estabelece a Política Municipal de Saneamento, devendo ser alvo de contínuo estudo, desenvolvimento, ampliação e aperfeiçoamento, tendo como marco inicial os estudos que integram os anexos desta lei:

Anexo 1 – Plano Municipal de Saneamento Básico – Capítulo Água e

Esgoto

Anexo 2 – Plano Municipal de Saneamento Básico – Capítulo Resíduos

Sólidos

Anexo 1 – Plano Municipal de Saneamento Básico – Capítulo Drenagem

Pluvial

§ 1º. A revisão de que trata o caput, deverá preceder à elaboração do Plano Plurianual do Município de Martins.

§ 2º. O Poder Executivo Municipal deverá encaminhar a proposta de revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins à Câmara dos Vereadores, devendo constar as alterações, caso necessário, a atualização e a consolidação do plano anteriormente vigente.

§ 3º. A proposta de revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins deverá ser elaborada em articulação com os prestadores dos serviços correlatos e estar em compatibilidade com as diretrizes, metas e objetivos:

I - das Políticas Municipais e Estaduais de Saneamento Básico, de Saúde Pública e de Meio Ambiente;

II - dos Planos Municipais e Estaduais de Saneamento Básico e de Recursos Hídricos.

§ 4º. A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins deverá seguir as diretrizes dos planos das bacias hidrográficas em que o Município estiver inserido, se houver.

Art. 6º. A gestão dos serviços de saneamento básico terão como instrumentos básicos os programas e projetos específicos nas áreas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de águas pluviais, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos tendo como meta a

universalização dos serviços de saneamento e o perfeito controle dos efeitos ambientais.

Art. 7º. As prestações dos serviços públicos de saneamento são de responsabilidade do Executivo Municipal, independente da contratação de terceiros, de direito público ou privado, para execução de uma ou mais dessas atividades.

§ 1º. Os executores das atividades mencionadas no caput deverão contar com os respectivos licenciamentos ambientais cabíveis.

§ 2º. A administração municipal, quando contratada nos termos deste artigo, submeter-se-á às mesmas regras aplicáveis nos demais casos.

Art. 8º. Sem prejuízo das sanções civis e penais cabíveis, às infrações ao disposto nessa Lei e seus instrumentos acarretarão a aplicação das seguintes penalidades, garantida a ampla defesa e o contraditório:

I - advertência, com prazo para a regularização da situação;

II – multa simples ou diária;

III - interdição.

Parágrafo único. Em caso de infração continuada, poderá ser aplicada multa diária.

Art. 9º. Na aplicação da penalidade da multa, a autoridade levará em conta sua intensidade e extensão.

§ 1º. No caso de dano ambiental, sem prejuízo de outras sanções cabíveis, a autoridade levará em consideração a degradação ambiental, efetiva ou potencial, assim como a existência comprovada de dolo.

§ 2º. A multa pecuniária será graduada entre R\$ 150,00 e R\$

150.000,00.

§ 3º. O valor da multa será recolhido em nome e benefício do Fundo Municipal de Saneamento Básico, que será instituído oportunamente.

Art. 10. A penalidade de interdição será aplicada:

I – Em caso de reincidência;

II - quando da infração resultar:

- a) contaminação significativa de águas superficiais e/ou subterrâneas;*
- b) degradação ambiental que não comporte medidas de regularização, reparação, recuperação pelo infrator ou às suas custas;*
- c) risco iminente à saúde pública.*

Art. 11. Os Programas, Projetos e outras ações do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins deverão ser regulamentados por Decretos do Poder Executivo, na medida em que forem criados, inclusive especificando as dotações orçamentárias a serem aplicadas.

Parágrafo Único. Os Regulamentos comporão anexos do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins deverão ser identificados por número romano, na ordem de sua disposição.

Art. 12. Constitui órgão executivo do Presente Plano a Secretaria Municipal de Turismo e Meio Ambiente, Lei Municipal disciplinará.

Art. 13. Constitui órgão superior do presente Plano, de caráter consultivo deliberativo, o Conselho Municipal de Saneamento Básico, que será criado através de Lei Municipal.

Art. 14. Constitui o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Martins os documentos anexos a esta Lei.

Art. 15. Nos casos omissos, deverão prevalecer a Lei Federal 11.447/07 e o Decreto Regulamentador 7.217/10.

Art. 16. Essa Lei entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Martins / RN, aos 29 de dezembro de 2014

*Olga Chaves Fernandes de Queiroz
Figueiredo Prefeita*