



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANA PAULA DOS SANTOS SILVA DE SOUZA

**ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS E RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS  
ELETROELETRÔNICOS: conscientização e práticas de manejo e descarte**

Caruaru  
2025

ANA PAULA DOS SANTOS SILVA DE SOUZA

**ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS E RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS  
ELETROELETRÔNICOS: conscientização e práticas de manejo e descarte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre(a) em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de concentração: Recursos Naturais e Meio Ambiente.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Simone Machado Santos

Coorientador: Dr. José Francisco de Oliveira Neto

Caruaru

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Souza, Ana Paula Dos Santos Silva de.

Estudantes universitários e resíduos de equipamentos  
eletroeletrônicos: conscientização e práticas de manejo e  
descarte / Ana Paula Dos Santos Silva de Souza. - Caruaru, 2025.  
92 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro Acadêmico do Agreste, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil e Ambiental, 2025.

Orientação: Simone Machado Santos.

Coorientação: José Francisco de Oliveira Neto.

1. lixo eletrônico; 2. comunidade acadêmica; 3. descarte  
consciente; 4. economia circular. I. Santos, Simone Machado. II.  
Neto, José Francisco de Oliveira. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

**ANA PAULA DOS SANTOS SILVA DE SOUZA**

**ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS E RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS  
ELETROELETRÔNICOS: conscientização e práticas de manejo e descarte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre(a) em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de concentração: Recursos Naturais e Meio Ambiente.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Machado Santos (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maisa Mendonça Silva (Examinadora Externa)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Prof. Dr. Wanderli Rogério Moreira Leite (Examinador Externo)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Dedico este trabalho ao Criador do Universo, a todos aqueles que compartilham a vida comigo e às minhas pequenas companheiras de quatro patas. Que a luz divina continue a guiar nossos passos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, meu Pai amado, pelo seu amor que me fez continuar e permanecer de pé diante tantas coisas. Agradeço a Ele também pelas oportunidades que me deu e por estar comigo em todos os momentos. A conclusão dessa pesquisa, indiretamente, também teve influência de várias pessoas muito importantes na minha vida. A todos vocês que contribuíram para meu desenvolvimento pessoal e acadêmico, minha sincera gratidão.

A educação sempre teve uma importância muito grande na minha vida. Grande parte disso, devo aos meus pais, por terem me aconselhado e despertado meu interesse acadêmico, além de terem me fornecido o necessário (e suficiente) inicialmente para trilhar esse caminho. Minha mãe sempre parava para me ajudar nas tarefas escolares durante a infância, não só a mim, mas também a todos os meus irmãos. Meu pai frequentemente falava sobre a importância de nos dedicarmos aos estudos, o que contribuiu muito para o meu ingresso na universidade. Isso foi fundamental para que eu construísse uma base sólida para seguir na carreira acadêmica.

Agradeço à minha irmã, por todo o apoio que me deu, ajudando nos momentos de dificuldade e estando comigo durante toda a minha trajetória. E também por todos os filmes que assistimos, que foram muitos, muitos mesmo! Agradeço às minhas filhas de quatro patas, por terem me trazido leveza e alegria. Agradeço à minha colega e amiga, Maria Cristiane, pelo companheirismo e pelas muitas conversas desde o início.

Agradeço a todos os professores e colegas que tive desde o começo desse percurso, do ensino básico até agora. Agradeço por tudo que eu aprendi e continuo aprendendo. Um agradecimento especial vai para minha orientadora, Simone, e ao meu coorientador, José Neto, que me auxiliaram desde a graduação. Suas orientações, reuniões e revisões foram de grande valia para o desenvolvimento dessa pesquisa. Por fim, agradeço à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), principalmente ao Centro Acadêmico do Agreste, pela excelência e qualidade no ensino que proporcionam aos alunos, levando conhecimento para várias cidades de Pernambuco.

"Se enxerguei mais longe, foi por estar sobre  
ombros de gigantes". (NEWTON, Isaac. Carta a  
Robert Hooke. 1675).

## RESUMO

O crescente avanço tecnológico, aliado à obsolescência programada e à redução de custos de produção, tem levado a uma geração acelerada de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e, consequentemente, a um desafio maior na gestão de resíduos sólidos. Os REEE englobam dispositivos que não têm mais valor para seus donos, mas que contêm tanto metais valiosos quanto substâncias tóxicas e que representam riscos à saúde e ao meio ambiente. No Brasil, grande parte da reciclagem ainda ocorre através do setor informal, muitas vezes de forma inadequada. Nesse contexto, a Economia Circular surge como alternativa para prolongar a vida útil dos equipamentos, com destaque para a mineração urbana e a logística reversa. Portanto, este trabalho investiga o nível de conscientização dos estudantes universitários de Caruaru-PE sobre o manejo e descarte de tablets, laptops, PCs e smartphones. A obtenção dos dados foi realizada por meio de um questionário semiestruturado, com posterior análise descritiva e análise de associações entre variáveis. Os resultados mostram que os estudantes tendem fortemente a manter o equipamento que já não utilizam mais guardado ao invés de descartar, levando a constituição de um estoque de aparelhos em desuso em casa. O descarte do REEE em pontos de coleta voluntária é feito por uma pequena parcela. De modo geral, o comportamento mostrou nexo, principalmente, com a influência do ambiente acadêmico, com o conhecimento sobre a infraestrutura de descarte e com o papel da renda familiar que dita o ciclo de consumo e descarte. As implicações desta pesquisa sugerem a necessidade de uma mudança de paradigma nas estratégias de gestão de REEE no contexto acadêmico, as quais devem se alinhar com o comportamento real do consumidor e com o desenvolvimento de uma estrutura conceitual de ação focada na Informação Estratégica, Formação Prática e Mobilização Comunitária.

**Palavras-chave:** Lixo Eletrônico; Comunidade Acadêmica; Descarte Consciente; Economia Circular.

## ABSTRACT

The growing technological advancement, combined with planned obsolescence and the reduction of production costs, has led to an accelerated generation of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) and, consequently, to a greater challenge in solid waste management. WEEE includes devices that no longer hold value for their owners but contain both valuable metals and toxic substances, representing risks to health and the environment. In Brazil, a large part of recycling still occurs through the informal sector, often in inadequate conditions. In this context, the Circular Economy emerges as an alternative to extend the lifespan of equipment, with emphasis on urban mining and reverse logistics. Therefore, this study investigates the level of awareness among university students in Caruaru-PE regarding the handling and disposal of tablets, laptops, PCs, and smartphones. Data were obtained through a semi-structured questionnaire, followed by descriptive analysis and analysis of associations between variables. The results show that students tend strongly to keep equipment they no longer use stored rather than discard it, leading to the accumulation of unused devices at home. The disposal of WEEE at voluntary collection points is carried out by only a small portion of respondents. In general, behavior showed a link mainly with the influence of the academic environment, knowledge about disposal infrastructure, and the role of family income, which dictates the cycle of consumption and disposal. The implications of this research suggest the need for a paradigm shift in WEEE management strategies within the academic context, which should align with actual consumer behavior and with the development of a conceptual action framework focused on Strategic Information, Practical Training, and Community Mobilization.

**Keywords:** E-waste; Academic Community; Conscious Disposal; Circular Economy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais regulamentações federais, estaduais e municipais sobre resíduos sólidos e REEE .....	32
Figura 2 - Etapas metodológicas da pesquisa.....	38
Figura 3 - Área de estudo: (a) localização do município de Caruaru; (b) instituições de ensino superior localizadas no município .....	40
Figura 4 - Classificação Hierárquica Descendente (CHD) .....	49
Figura 5 - Análise Fatorial de Correspondência (AFC).....	51
Figura 6 - Faixas de (a) idade e (b) renda dos estudantes.....	53
Figura 7 - Distribuição das cidades de residência dos alunos no estado de Pernambuco .....	54
Figura 8 - Conhecimento sobre EEE declarado pelos estudantes .....	55
Figura 9 - Conhecimento sobre regulamentações.....	57
Figura 10 - Formas de descarte mais comuns utilizadas pelos estudantes .....	58
Figura 11 - (a) Aparelhos para auxiliar os estudos; (b) Quantidade de equipamentos fora de uso armazenados em casa .....	60
Figura 12 - (a) Motivos que levam ao descarte; (b) Tempo médio de uso até o descarte.....	61
Figura 13 - Conhecimento sobre a existência de PEVs .....	62
Figura 14 - Distâncias que os alunos se deslocariam até um PEV (a) a pé; (b) com veículo.....	63
Figura 15 - Estrutura conceitual para ação .....	71

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Classificação internacional dos equipamentos eletroeletrônicos segundo a União Europeia.....	21
Quadro 2 - Classificação brasileira dos equipamentos eletroeletrônicos segundo a ABDI.....	21
Quadro 3 - Materiais perigosos presentes nos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos .....	24
Quadro 4 - Obrigações das partes interessadas no sistema de logística reversa de EEE segundo o Decreto nº 10.240/2020.....	28
Quadro 5 - Informações dos artigos da revisão sistemática sobre estudantes universitários e REEE .....	34
Quadro 6 - Distribuição das perguntas do questionário .....	42
Quadro 7 - Classificação da força para tabelas de contingência.....	47
Quadro 8 – Valores base para classificação do tamanho do efeito para o teste de Kruskal-Wallis.....	47

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Quantidade de alunos por área do conhecimento do curso .....	54
Tabela 2 - Associações estatisticamente significativas de intensidade moderada quanto à formação, conhecimento e utilização de PEV .....	65
Tabela 3 - Associações estatisticamente significativas de intensidade moderada sobre o número de aparelhos em uso e desuso .....	67
Tabela 4 – Estoque individual médio de dispositivos eletroeletrônicos fora de uso ..	68
Tabela 5 - Associações estatisticamente significativas de intensidade moderada sobre os motivos de desuso e/ou troca e estoque de EEE .....	69
Tabela 6 – Resultados do teste de normalidade de Shapiro-Wilk para as variáveis “Nº de aparelhos utilizados para estudo” e “Nº de aparelhos fora de uso” .....	90

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BBP	Butil Benzil Ftalato
BR	Brasil
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETIC	Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação
CFC	Clorofluorocarbonos
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CHD	Classificação Hierárquica Descendente
CRM	<i>Critical Raw Material</i>
CRT	<i>Cathode Ray Tube</i> (Tubo de Raios Catódicos)
DBP	Dibutilftalato
DBT	Dicloreto de Dibutilestanho
DEHP	Bis (2-ethylhexil) ftalato
DIBP	Diisobutil Ftalato
DIDP	Diisodecil Ftalato
DINP	Diisononil Ftalato
DMF	Dimetilfumarato
DNOP	Di-n-octil Ftalato
DOT	Dioctilestanho
DSCF	Dwass-Steel-Critchlow-Fligner
DUM	Distinct Urban Mine (Mina Urbana Distinta)
DVD	<i>Digital Versatile Disc</i>
EC	Economia Circular
EEE	Equipamento Eletroeletrônico
EU	União Europeia
FGV	Fundação Getulio Vargas
FGV/EAESP	Escola de Administração de Empresas de São Paulo da FGV
FGVcia	Centro de Inovação em Administração da FGV
HBCDD	Hexabromociclododecano
HBFC	Hidroclorobromofluorocarbonos

HCFC	Hidroclorofluorocarbonos
HFC	Hidrofluorocarbonos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Instituição de Ensino Superior
IRaMuTeQ	Interface de R para Análises Multidimensionais de Textos e Questionários
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ISB	Infraestrutura, Serviço e Comportamento
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PACE	<i>Platform for Accelerating the Circular Economy</i>
PBB	Bifenilas Polibromadas
PBDE	Éteres de Difenilas Polibromadas
PC	<i>Personal Computer</i>
PCB	Bifenilas policloradas
PCN	Naftalenos policlorados
PCT	Terfenilos policlorados
PE	Pernambuco
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PFC	Perfluorocarbonos
PFOS	Perfluorooctano Sulfonato
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RCF	Aluminossilicatos
REEE	Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SF <sub>6</sub>	Hexafluoreto de Enxofre
SGD/ME	Secretaria de Governo Digital do Ministério da Economia
SM	Salário mínimo
ST	Segmento de texto
TBTO	Tributilestanho

TCEP	Fosfato de Tris
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNITAR	Instituto das Nações Unidas para Treinamento e Pesquisa
UNU	Universidade das Nações Unidas
UPC	<i>Universitat Politècnica de Catalunya</i>
VHS	<i>Video Home System</i>
WEEE	<i>Waste of Electrical and Electronic Equipment</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	16
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	19
2.1 OBJETIVO GERAL .....	19
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	20
3.1 RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS .....	20
3.1.1 <b>Classificação .....</b>	20
3.1.2 <b>Consumo de equipamentos eletroeletrônicos e geração e resíduos .....</b>	22
3.1.3 <b>Composição: do risco ao benefício .....</b>	23
3.2 GESTÃO E REGULAMENTAÇÕES .....	27
3.2.1 <b>Gestão .....</b>	27
3.2.2 <b>Regulamentações .....</b>	30
3.3 REEE E INSTITUIÇÕES DE ENSINO .....	33
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	38
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	39
4.2 REVISÃO DA LITERATURA .....	41
4.3 QUESTIONÁRIO .....	41
4.4 AMOSTRAGEM .....	42
4.5 ANÁLISE DE DADOS .....	43
4.5.1 <b>Análise de conteúdo dos artigos selecionados na revisão sistemática .....</b>	43
4.5.1.1 <b>Classificação Hierárquica Descendente (CHD) .....</b>	44
4.5.1.2 <b>Análise Fatorial de Correspondência (AFC) .....</b>	44
4.5.2 <b>Análise estatística dos dados coletados pelo questionário .....</b>	45
4.5.2.1 <b>Testes aplicados às variáveis dos questionários .....</b>	45
4.5.2.2 <b>Determinação do tamanho do efeito .....</b>	47
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	48
5.1 ANÁLISE DE CONTEÚDO DOS ARTIGOS SELECIONADOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA .....	48
5.1.1 <b>Classificação Hierárquica Descendente (CHD) .....</b>	48
5.1.2 <b>Análise Fatorial de Correspondência (AFC) .....</b>	50
5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS QUESTIONÁRIOS .....	52

<b>5.2.1 Estatística Descritiva.....</b>	53
<b>5.2.2 Associações entre variáveis .....</b>	64
<b>5.2.2.1 Formação e infraestrutura de descarte .....</b>	65
<b>5.2.2.2 Padrões de consumo e descarte.....</b>	67
<b>5.2.3 Considerações sobre as associações fracas.....</b>	70
<b>5.3 DA CONSCIENTIZAÇÃO À MUDANÇA COMPORTAMENTAL .....</b>	70
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	74
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	76
<b>APÊNDICES .....</b>	86
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO.....</b>	86
<b>APÊNDICE B – TESTE DE NORMALIDADE.....</b>	90

## 1 INTRODUÇÃO

Os equipamentos eletroeletrônicos (EEE) fazem parte do cotidiano e desempenham um papel essencial, trazendo importantes contribuições, dentre elas, uma comunicação mais rápida (Mandarino; Sinay, 2018). A informação é de fácil acesso para a maioria das pessoas, causando mudanças nos seus hábitos de consumo e em suas preferências (Bozatto et al., 2020). Computadores, telefones celulares, aparelhos de som, geladeiras, brinquedos eletroeletrônicos, aparelhos de ar-condicionado e secadores de cabelo, são exemplos de EEE (São Paulo, 2024). Quando tais dispositivos são descartados, devido à sua obsolescência ou pelo fato de não poderem mais ser reparados, por exemplo, são chamados de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) ou e-waste (Afonso, 2018).

Os REEE são o tipo de resíduo que apresenta maior crescimento, aumentando anualmente entre 3 e 5% (Bourguignon, 2018). Além disso, eles representam mais de 5% do total de resíduos sólidos urbanos (RSU), o que mostra que o manejo e a destinação adequada deste tipo de resíduo são de fundamental importância (Cavalcante et al., 2015). Fatores como o consumismo exacerbado, o crescimento econômico e a urbanização contribuem para este cenário (Thukral; Singh, 2023). A pandemia do COVID-19 colaborou ainda mais para esse aumento (Trivedi; Pandey; Trivedi, 2022), pois a maior parte das atividades presenciais passaram a ser digitais, através da internet (CETIC.BR, 2021). No entanto, os métodos de coleta e reciclagem empregados para os REEE possuem baixa eficiência, o que favorece sua destinação inadequada (Morigi; Jesus, 2020). A grande maioria desses resíduos acaba sendo descartada em aterros sanitários (Jangre; Prasad; Patel, 2022).

Em 2022, a produção mundial de equipamentos eletroeletrônicos foi de 96 milhões de toneladas e o volume de REEE gerados foi de 62 milhões de toneladas, o que equivale a uma geração de 7,8 kg per capita (Baldé et al., 2024). O Brasil é considerado o maior produtor de REEE da América do Sul e segundo maior do continente americano (Forti et al., 2020). O país produziu, em 2022, aproximadamente 2,4 milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos (11,4 kg por habitante), sendo que somente 79 mil toneladas foram tratadas corretamente (Baldé et al., 2024).

Segundo Karuppiah e Sankaranarayanan (2023), entre os principais problemas relacionados ao descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos se encontra

a ausência de consciência por parte do consumidor, bem como a dificuldade na aplicação da legislação existente e a falta de intercâmbio de informação entre o setor formal e informal de reciclagem de REEE. A dificuldade enfrentada na busca por pontos de entrega voluntária apropriados para esses resíduos também é uma barreira (Morigi; Jesus, 2020).

Os REEE possuem uma composição complexa, sendo constituídos principalmente por metais ferrosos, como o ferro e o aço (~50%), plásticos (~21%), metais não ferrosos (~13%), além de outros materiais (Ongondo; Williams; Cherrett, 2011). Dentre os metais, há a presença de metais preciosos, como ouro, ósmio, prata e platina (CGEE, 2024). Há ainda a presença de materiais tóxicos, tanto para os seres humanos como para o meio ambiente, tais como chumbo, cádmio e mercúrio (São Paulo, 2024). O mercúrio, por exemplo, pode causar danos ao sistema nervoso, imunológico e digestivo (PNUMA, 2019).

A gestão ambientalmente responsável dos REEE é essencial para minimizar os seus impactos negativos. Desse modo, a Economia Circular (EC) se apresenta como uma alternativa capaz de mitigar esses impactos, valorizando a utilização de recursos renováveis e a aplicação de tecnologias mais sustentáveis (Babbitt et al., 2018). O objetivo é prologar ao máximo o tempo em que os insumos e produtos são mantidos na economia, fazendo com que eles retornem a sua cadeia produtiva ou a outras e para isso a mineração urbana e a logística reversa são práticas essenciais que fazem parte da economia circular (Xavier et al., 2019).

O marco regulatório sobre resíduos sólidos no Brasil é a lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS aborda temas como a estruturação e implementação de sistemas de logística reversa de produtos eletroeletrônicos após seu descarte pelo consumidor (Brasil, 2010). Além dela, o decreto federal nº 10.240/2020 define regras para a implantação desses sistemas, estipulando a criação de centrais de triagem e pontos de coleta de REEE em 400 municípios do Brasil até 2025 (Brasil, 2020). Em Pernambuco, a lei nº 14.236/2010 cria a Política Estadual de Resíduos Sólidos, com o intuito de incentivar a reciclagem e estimular mais a participação da sociedade (Pernambuco, 2010). Há ainda a lei estadual nº 15.084/2013, a qual exige que empresas que vendam baterias, pilhas e pequenos eletrônicos coloquem pontos de coleta de fácil acesso dentro de suas instalações (Pernambuco, 2013).

O município de Caruaru, localizado no Agreste do estado de Pernambuco, é atualmente um importante polo comercial, turístico e industrial. Além disso, a cidade possui diversas instituições de ensino superior (IES), tanto públicas como privadas, espaços que funcionam como Minas Urbanas Distintas (DUM). O termo descreve locais definidos onde se acumulam grandes quantidades de determinados materiais ou produtos, cujo comportamento das pessoas nesses espaços, como suas práticas de consumo e descarte, pode ser diferente em relação a outros ambientes (Ongondo; Williams; Whitlock, 2015).

Devido à grande quantidade de recursos tecnológicos utilizados pelos estudantes universitários, seja para estudo, pesquisa ou comunicação, é primordial estudar o comportamento desse grupo da população sobre o manejo, conscientização e descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Esta pesquisa se concentra nos estudantes de instituições de ensino superior localizadas no município de Caruaru. Este tema é de suma importância e se enquadra no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de número 12 da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre consumo e produção responsáveis. Os resultados obtidos podem contribuir para a formulação de políticas públicas mais eficazes, alinhadas com a preservação do meio ambiente e com a proteção da saúde humana.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

De modo geral, este estudo se propõe a avaliar o nível de conscientização dos estudantes universitários do município de Caruaru quanto às práticas de manejo e descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Explorar a conscientização dos estudantes universitários sobre as práticas de manejo e descarte de tablets, laptops, PCs (computadores de mesa) e smartphones;
- ii. Identificar os fatores proeminentes que impedem o descarte adequado de tablets, laptops, PCs e smartphones;
- iii. Associar o perfil estudantil com as práticas de manejo e descarte de REEE;
- iv. Desenvolver uma estrutura conceitual para conscientização e disseminação dos conhecimentos sobre o manejo e descarte adequado de REEE, a partir da comunidade acadêmica.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS

A fabricação e o uso de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) desempenham um papel importante para o avanço econômico no mundo atual (Thukral; Singh, 2023). Segundo Bozatto et al. (2020), a sociedade vive diante de uma revolução tecnológica, marcada principalmente pelo uso intensificado da internet e das redes sociais, culminando no surgimento de novas dinâmicas nas relações. Aliado ao rápido avanço tecnológico, a diminuição de custos levou a um aumento considerável na demanda pelos dispositivos eletroeletrônicos e consequentemente elevou a quantidade de resíduos de mesma natureza (PACE, 2019).

Segundo o Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC.BR), a pandemia levou a um crescimento no consumo de tecnologias digitais para atividades como trabalho e educação, elevando o acesso à internet pela população em sete pontos percentuais de 2019 para 2020, com o celular sendo utilizado por 99% dos usuários. Também aumentou a posse de computadores, principalmente nas camadas de renda mais alta e áreas urbanas, alcançando 45% dos domicílios brasileiros, dos quais o notebook é o mais frequente (71%), estando à frente do computador de mesa (46%) e do tablet (32%) (CETIC.BR, 2021).

É considerado Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico (REEE) qualquer tipo de aparelho eletroeletrônico que perdeu o valor para seus usuários (Panizzon; Reichert; Schneider, 2017). Equipamentos avariados ou que estejam fora de sua vida útil, desde que, durante o uso, necessitavam de corrente elétrica ou de campo eletromagnético para o seu funcionamento são resíduos eletroeletrônicos (Cavalcante et al., 2015). Os REEE abrangem aparelhos tanto de uso doméstico quanto corporativo (Baldé et al., 2024). No Brasil, o decreto nº 10.240/2020 considera que equipamentos eletroeletrônicos de uso doméstico são aqueles que necessitam de corrente elétrica com tensão nominal de até 240 V para o seu funcionamento (Brasil, 2020).

##### 3.1.1 Classificação

A Diretiva 2012/19/UE da União Europeia (UE) trata diretamente dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. Ela aborda temas como coleta, reciclagem e responsabilidade do produtor. O seu objetivo principal é mitigar os danos causados pelo descarte irregular dos REEE (União Europeia, 2012). O documento fornece uma lista de aparelhos e os classifica em 10 categorias, conforme mostra o conteúdo do Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação internacional dos equipamentos eletroeletrônicos segundo a União Europeia

<b>Classe</b>	<b>Exemplos</b>
1. Grandes eletrodomésticos	Geladeiras, máquinas de lavar roupa, lava louças, fornos elétricos, micro-ondas, aparelhos de ar condicionado.
2. Pequenos eletrodomésticos	Aspiradores, torradeiras, ferros de passar, cafeteiras, secadores de cabelo, balanças.
3. Equipamentos de informática e telecomunicações	Computadores, laptops, impressoras, telefones celulares, telefones fixos.
4. Equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos	Aparelhos de rádio, televisores, câmeras de vídeo, instrumentos musicais, painéis fotovoltaicos.
5. Equipamentos de iluminação	Lâmpadas fluorescentes, lâmpadas de sódio, outros equipamentos para difusão ou controle de luz.
6. Ferramentas elétricas e eletrônicas	Serras elétricas, lixadeiras, máquinas de costura, ferramentas de solda.
7. Brinquedos e equipamentos de esporte e lazer	Jogos e consoles de videogame, caça-níqueis.
8. Aparelhos médicos	Equipamentos de cardiologia, ventiladores pulmonares, congeladores médicos.
9. Instrumentos de monitoramento e controle	Termostatos, reguladores de aquecimento, detectores de fumaça.
10. Distribuidores automáticos	Distribuidores automáticos de bebidas quentes, caixas eletrônicos.

Fonte: União Europeia (2012).

No Brasil, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), em seu documento sobre Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos (2013), os divide em 4 classes, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação brasileira dos equipamentos eletroeletrônicos segundo a ABDI

<b>Linha</b>	<b>Exemplos</b>	<b>Características</b>
--------------	-----------------	------------------------

Linha Verde	Desktops, aparelhos celulares, notebooks, impressoras.	São equipamentos de vida útil curta (~2-5 anos), de pequeno porte e compostos principalmente de metal e plástico.
Linha Marrom	Televisor de tubo/monitor e de plasma/LCD/monitor, DVD/VHS, dispositivos de áudio.	Possuem vida útil média (~5-13 anos) e médio porte, são compostos principalmente por plástico e vidro.
Linha Branca	Geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-roupas, ar-condicionado.	Têm vida útil longa (~10-15 anos), são equipamentos de grande porte compostos principalmente de metais.
Linha Azul	Batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras.	Possuem vida útil longa (~10-12 anos), pequeno porte e são compostos principalmente por plástico.

Fonte: Adaptado de ABDI (2013).

Os 4 equipamentos estudados neste trabalho (tablet, laptop, PC e smartphone) se enquadram na categoria 3 segundo a classificação internacional e no grupo de linha verde pela classificação brasileira. De modo geral, eles serão tratados aqui como equipamentos de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Vale ressaltar que alguns dos itens definidos dentro dos aparelhos de TIC pode variar, dependendo da finalidade e outros fatores. Belkhir e Elmeliqi (2018), por exemplo, incluem os smartphones como pertencentes à indústria de TIC. No Brasil, a Instrução Normativa SGD/ME nº 94, de 2022, que trata sobre a contratação de soluções de TIC de entidades específicas do governo federal, inclui *desktops*, notebooks e tablets, mas deixa claro que telefones, sejam eles fixos, celulares ou smartphones, não fazem parte desta categoria (Brasil, 2022). Além disso, Belkhir e Elmeliqi (2018) consideram como computadores pessoais (PC) os *desktops* e laptops e definem os tablets e smartphones como dispositivos eletrônicos portáteis. Nesta pesquisa, o termo “PC” será usado como sinônimo de computador de mesa ou *desktop*.

### 3.1.2 Consumo de equipamentos eletroeletrônicos e geração e resíduos

Os REEE são o tipo de resíduo que crescem mais rapidamente, aumentando a uma taxa que varia entre 3 a 5% anualmente (Bourguignon, 2018). Além disso, eles representam mais de 5% do total de resíduos sólidos urbanos (RSU), o que mostra que o manejo e a destinação adequada deste tipo de resíduo são de fundamental

importância (Cavalcante et al., 2015). O *The Global E-Waste Monitor*, criado pela UNU – Universidade das Nações Unidas, reúne um conjunto de dados de geração e reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Segundo seu último relatório, a produção global de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE), em 2022, foi de 96 milhões de toneladas e a massa de REEE gerados foi de 62 milhões de toneladas (7,8 kg per capita), com destaque para os metais e plásticos, com 31 e 17 milhões de toneladas, respectivamente (Baldé et al., 2024). Nesse cenário, o Brasil se destaca como maior produtor de REEE da América do Sul e segundo maior gerador das Américas, estando atrás apenas dos Estados Unidos (Forti et al., 2020). Em 2022, o país gerou 2,4 milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos, o que equivale a 11,4 kg por habitante, sendo que somente 79 mil toneladas foram tratadas corretamente (Baldé et al., 2024).

O Centro de Tecnologia de Informação Aplicada da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas (FGV EAESP) realiza anualmente a Pesquisa do Uso da Tecnologia de Informação nas Empresas. O último relatório (35<sup>a</sup> Pesquisa) mostra que em 2024 haviam no país cerca de 480 milhões de dispositivos digitais em uso doméstico e corporativo (computadores de mesa, notebooks, tablets e smartphones), aproximadamente 2,2 por pessoa. O maior uso foi de smartphones, com 258 milhões, o que equivale a 1,2 aparelhos per capita. A quantidade de computadores (computador de mesa, notebook e tablet) foi de 222 milhões, o que representa uma média de aproximadamente 1 por pessoa (Meirelles, 2024).

### **3.1.3 Composição: do risco ao benefício**

Os REEE são compostos por diversos materiais, como plásticos, vidros, cerâmica e metais (Medeiros, 2015). O ferro e o aço representam aproximadamente 50% dos resíduos eletroeletrônicos, e em segundo lugar encontram-se os plásticos, com 21%, acompanhado pelos metais não ferrosos, que constituem uma parcela de 13%, além de outros materiais (Varghese; Sharma, 2022). Alguns grupos de materiais importantes são os metais preciosos, os materiais perigosos e as matérias-primas críticas (CRM).

Os metais preciosos possuem grande valor econômico. Exemplos destes são o ouro, ósmio, rádio, irídio, prata e platina (CGEE, 2024). Há também a presença de materiais tóxicos e perigosos (Jangre; Prasad; Patel, 2022), o que faz com que o lixo eletrônico represente um risco tanto ao meio ambiente quanto à saúde dos seres humanos (Morigi; Jesus, 2020). Dentre estes, estão os retardantes de chama bromados, presentes, em sua maioria, em telas e monitores (chassis, placas de circuito impresso, conectores, etc.) (Baldé et al., 2024). Outra substância perigosa encontrada nos REEE é o mercúrio, o qual pode causar problemas nos rins e pulmões, além de prejudicar o funcionamento do sistema nervoso, imunológico e digestivo (PNUMA, 2019). Belkhir e Elmeligi (2018) sugeriram que as emissões relacionadas às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) alcançarão a marca de 14% das emissões totais no mundo até o ano de 2040, caso não sejam tomadas as atitudes cabíveis.

A Diretiva Delegada 2015/863 da União Europeia lista uma série de substâncias restritivas presentes nos EEE e seus respectivos limites máximos. Para o chumbo, o mercúrio e o crômio hexavalente, por exemplo, só é permitido uma concentração de até 0,1%, já o cádmio permite um valor de 0,01 % (União Europeia, 2015). Como estes equipamentos serão resíduos futuramente, logo a diretiva também é importante nesse estudo. O Quadro 3 apresenta as substâncias ou grupos de substâncias perigosas e em que parte do REEE ela pode estar presente segundo a NBR 16156 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que trata sobre a manufatura reversa de REEE.

Quadro 3 - Materiais perigosos presentes nos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

<b>Aplicações em dispositivos eletroeletrônicos</b>	<b>Materiais perigosos</b>
Vidro	Pentóxido de arsênio; Trióxido de arsênio
Isoladores, cargas de pigmentos, tinta, talco, material adiabático	Asbestos (Amianto)
Pigmentos, corantes, colorantes	Corantes azoicos que formam aminas aromáticas
Baterias, pigmento, tratamento anticorrosivo, materiais eletroeletrônicos, material ótico, estabilizante, depósitos, pigmento para resina, material fluorescente, eletrodo, solda, contatos	Cádmio e compostos de cádmio

elétricos, ponto de contato, depósito de zinco, estabilizante para PVC	
Pigmento, pintura, tinta, catalisador, depósitos, tratamento superficial anticorrosivo, corante, secante de tinta, tratamento superficial, tratamento com cromato, promotores de adesão de pintura	Compostos de cromo VI
Painéis pneumáticos que indicam contaminação de água	Cloreto de cobalto II
Estabilizador para PVC, catalisador para cura de resina de silicone e uretano	Compostos de dicloreto de dibutilestanho (DBT); Compostos de dioctilestanho (DOT)
Tratamento antimofo	Dimetilfumarato (DMF)
Gases isoladores/ dielétricos, agentes de refrigeração, proteção antichama	Gases fluorados com efeito estufa (PFC, SF <sub>6</sub> , HFC)
Têxteis	Formaldeído
Retardantes de chama usados principalmente em poliestireno expandido e alguns tipos de fibras	Hexabromociclododecano (HBCDD) e todos os principais diestereoisômeros
Baterias, endurecedor de borracha, pigmento, tinta, lubrificante, estabilizador de plástico, materiais para bateria, ligas para usinagem, aços para usinagem, materiais óticos, proteção para raios X em vidros de CRT, soldas elétricas, soldas mecânicas, agentes de cura e de vulcanização, materiais ferroelétricos, estabilizadores de resinas, depósitos de ligas metálicas, aditivos de resina, cabos de energia	Chumbo e composto de chumbo
Pigmento, tinta estabilizador, corante	Cromato de chumbo II; Cromato, molibdato, sulfato de chumbo vermelho; Sulfocromato de chumbo amarelo
Baterias, lâmpadas fluorescentes, pigmentos, anticorrosivos, interruptores, tratamento antibactérias	Mercúrio e compostos de mercúrio
Aço inox, depósitos (exemplo: aplicações onde há contato prolongado com a pele, como fone de ouvido)	Níquel
Agentes de refrigeração, agentes espumantes, extintores, solvente de limpeza	Substâncias depletivas da camada de ozônio (CFC, Halon, HBFC, HCFC e outras)

Baterias de lítio, baterias do tipo moeda	Percloratos
Coberturas de superfície, agentes antiestáticos para filmes e plásticos	Perfluorooctanos-sulfonatos (PFOS)
Adesivos, revestimentos, tintas de impressão, plásticos, fitas pintadas, massas, adesivos, preenchimento de juntas e vedações	Fenol, 2-(2H-benzotriazol-2-il)-4,6-bis(1,1-dimetiletil)
Plasticidas, pigmentos, tintas de impressão, adesivos, lubrificantes	Ftalatos, Grupo 1 (BBP, DBP, DEHP) e Grupo 2 (DIDP, DINP, DNOP)
Plastificante, corante, pigmento, tinta, adesivos, lubrificantes	Bis (2-etilhexil) ftalato (DEHP); Dibutilftalato (DBP); Ftalato de butil benzila (BBP); Diisobutil ftalato (DIBP)
Retardantes de chama	Bifenilas polibromadas (PBBs); Éteres de difenilas polibromadas (PBDE); Fosfato de Tris (2-chloroethyl) (TCEP)
Óleo de isolação, óleo lubrificante, meio de isolação elétrica, solvente, solução eletrolítica, plastificantes, retardantes de chama, coberturas para cabos elétricos e selantes dielétricos	Bifenilas policloradas (PCB); Terfenilos policlorados (PCT)
Lubrificantes, tinta, estabilizador (características elétricas, resistentes à chama, resistentes à água) isoladores, retardantes de chama	Naftalenos policlorados (PCN)
Propriedades óticas (tório), dispositivos de medição, detectores	Substâncias radioativas
Isolante térmico para fornos de alta temperatura	Fibras de cerâmica refratária (RCF), aluminossilicatos e zircônia
Plastificante para PVC, retardantes de chama	Parafinas cloradas de cadeia curta (C10 – C13)
Antisséptico, fungicida, tintas, pigmentos, agentes de refrigeração, agente espumante, solvente de limpeza	Óxido de tributilestanho (TBTO)

Fonte: Adaptado de ABNT (2013).

Além destes, outro grupo de elementos importantes encontrados nos REEE são as matérias-primas críticas (CRM), que são materiais de grande importância mundial para os setores econômico e tecnológico (Balassiano; Bokos, 2024). A extração das CRM é proveniente de um número limitado de países e em pequenas quantidades (Comissão Europeia, 2020) além de apresentarem um alto risco no seu fornecimento devido a fatores de cunho geopolítico, ambiental, econômico e também

tecnológico (Agência Europeia do Meio Ambiente, 2025). Exemplos destas são o alumínio, cobalto, lítio, titânio e urânio (Brasil, 2021). O lítio, por exemplo, é utilizado na fabricação de baterias de veículos elétricos (Ragonnaud, 2023).

## 3.2 GESTÃO E REGULAMENTAÇÕES

### 3.2.1 Gestão

A gestão ambientalmente responsável dos REEE é essencial para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. No entanto, a quantidade exorbitante de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é uma enorme barreira (Bozatto et al., 2020). No seu gerenciamento, a maior prioridade deve ser dada à não geração, seguida pela redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e por último, disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010), assim como para os demais resíduos sólidos. O ideal é prolongar a vida útil dos equipamentos antes de considerar a reciclagem (Osorio-Carrozama; Llerena-Izquierdo, 2022). Alguns fatores dificultam o manejo correto dos resíduos, dentre eles estão o elevado custo e divulgação restrita de práticas eficazes para o tratamento do lixo eletrônico (Cavalcante et al., 2015).

Segundo Babbitt et al. (2018), a economia é fortemente vinculada ao modelo clássico linear de indústria, onde após se extrair os recursos diretamente da natureza e transformá-los em produtos com valor econômico associado, eles retornam ao meio ambiente com pouquíssimo reaproveitamento. Deve-se fazer uma análise detalhada do ciclo de vida para garantir que os produtos e matérias-primas sejam reintegrados em cadeias produtivas fechadas, de modo a substituir o modelo tradicional (Xavier et al., 2019). Desse modo, a Economia Circular (EC) se apresenta como uma alternativa capaz de mitigar os impactos ambientais, uma vez que ela prioriza a utilização de recursos renováveis e a aplicação de tecnologias mais sustentáveis que não necessitam de extração (Babbitt et al., 2018). O objetivo é prologar ao máximo o tempo em que os materiais e produtos sejam mantidos na economia (Giese; Lins; Xavier, 2021). Segundo Xavier et al. (2019), a mineração urbana e a logística reversa são práticas essenciais que fazem parte da economia circular.

A mineração primária é definida como a obtenção de metais a partir de jazidas naturais no subsolo terrestre (Xavier; Lins, 2018). A mineração urbana, por sua vez, se refere à recuperação de recursos a partir de resíduos em vez de explorar a crosta terrestre, contribuindo assim para reintegrar matérias-primas secundárias à economia e diminuir a demanda por mineração convencional (Baldé et al., 2024). O lixo eletrônico é considerado uma mina urbana, uma vez que contém metais preciosos e terras raras, utilizados na fabricação dos EEE, os quais são materiais caros e limitados (Bourguignon, 2015). A reciclagem de metais provenientes de REEE possui diversas vantagens. A geração de novos empregos é uma delas, além do que a energia utilizada no processo de reciclagem é bem menor que aquela necessária para extrair metais através da mineração primária (Varghese; Sharma, 2022). Para a extração tradicional do ouro, por exemplo, é necessário entre 13.300-52.300 MJ de energia a cada kg, enquanto a recuperação secundária requer apenas de 140-230 MJ·kg<sup>-1</sup> de energia, além de que o consumo de água também é menor (Xavier; Lins, 2018). A redução dos materiais tóxicos ou a utilização de materiais alternativos, aliada à diminuição do consumo de energia no ciclo de vida dos equipamentos contribuem para o desenvolvimento sustentável (Cavalcante et al., 2015).

A logística reversa, por sua vez, se refere conjunto de ações, procedimentos e meios que funcionam como um instrumento de desenvolvimento socioeconômico utilizado para viabilizar a coleta e reinserção dos resíduos sólidos em seu ciclo produtivo (ou outros ciclos), ou para lhes proporcionar uma destinação final ambientalmente adequada, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais negativos (Brasil, 2010). Para que isso seja possível, é necessária a parceria entre empresas, entidades políticas e ações sociais direcionadas aos consumidores e aos catadores, com a formação de cooperativas e associações, além do desenvolvimento de infraestrutura adequada e do estabelecimento de normas e procedimentos para gerenciar essa cadeia reversa (Cavalcante et al., 2015). As políticas desenvolvidas devem ampliar a responsabilidade das partes envolvidas até o fim da vida útil do produto, sobretudo do produtor. O Quadro 4 mostra as obrigações das partes interessadas nos processos de logística reversa:

Quadro 4 - Obrigações das partes interessadas no sistema de logística reversa de EEE segundo o Decreto nº 10.240/2020

<b>Parte responsável</b>	<b>Obrigações correspondentes</b>
--------------------------	-----------------------------------

Consumidores	Separar e armazenar equipamentos eletroeletrônicos de outros resíduos sólidos; remover dados e programas dos dispositivos antes do descarte; descartar adequadamente os produtos desligados nos pontos de coleta.
Fabricantes e importadores	Dar a destinação final ambientalmente adequada aos equipamentos recebidos; informar aos responsáveis sobre os critérios para o balanço de massa dos produtos; participar da execução de planos de comunicação e educação ambiental não formal.
Importadores	Integrar um sistema de logística reversa para importação e comercialização de EEE; informar às autoridades qual o responsável por estruturar, implementar e operar o sistema de logística reversa do importador.
Distribuidores	Incentivar que estabelecimentos varejistas de sua cadeia participem de entidades gestoras ou adiram individualmente ao sistema de logística reversa; informar os estabelecimentos sobre a operacionalização do sistema; disponibilizar ou financiar espaços físicos para pontos de consolidação de logística reversa.
Comerciantes	Informar aos consumidores nos pontos de recebimento sobre suas responsabilidades; receber e armazenar temporariamente produtos descartados nos pontos de coleta e devolvê-los aos fabricantes e importadores; participar da execução de planos de comunicação e educação ambiental não formal.

Fonte: A autora (2025).

A legislação específica que as cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis podem integrar o sistema de logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos, desde que estejam formalmente constituídas e habilitadas. Vale ressaltar que os prestadores dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos não são obrigados a realizar os encargos dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes no sistema de logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos, mas poderão realizar ações de destinação final desses produtos voluntariamente (Brasil, 2020).

O setor informal possui participação considerável na reciclagem de REEE em países de média e baixa renda, nos quais esta prática representa a maioria das atividades (Forti et al., 2020). Inclusive, ele está mais bem estabelecido que o setor

formal (Mahanth et al., 2023). Destaca-se o fato de que a reciclagem irregular de REEE operada por trabalhadores informais expõe a substâncias nocivas (Dias et al., 2018). A interação entre o setor formal e o informal é essencial para garantir a segurança e a eficácia nos procedimentos de reciclagem (Varghese; Sharma, 2022). Vale salientar que o reparo e a reutilização são processos preferíveis à reciclagem, uma vez que a reinserção a um ciclo produtivo por meio desta última é mais complexa e dispendiosa (Xavier et al., 2019).

Os movimentos transfronteiriços de EEE usados e resíduos eletroeletrônicos também representam um grande desafio. No ano de 2022, cerca de 5,1 milhões de toneladas de REEE cruzaram as fronteiras de países, dos quais 65% são provenientes de países ricos em direção a países de renda média e baixa, tendo como principais destinos o Continente Africano, América Central, América do Sul e Sudeste Asiático (Baldé et al., 2024).

### **3.2.2 Regulamentações**

Em nível nacional, duas legislações se destacam no estudo sobre REEE. A Lei nº 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece diretrizes para o gerenciamento e a gestão integrada de tais resíduos. A PNRS aborda as atribuições dos responsáveis envolvidos, como geradores e o poder público, e impõe que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos têm a obrigação de estruturar e implementar sistemas de logística reversa, após o descarte do produto pelo consumidor (Brasil, 2010). O decreto nº 10.240/2020 dispõe sobre o sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, como materiais e peças, considerando equipamentos utilizados para uso doméstico. Segundo ele, os pontos de recebimento, também chamados de pontos de entrega ou coleta, são locais projetados para receber e armazenar temporariamente os produtos eletroeletrônicos pelos consumidores, podendo estes serem fixos ou móveis (Brasil, 2020).

Além destas, a Instrução Normativa nº 8 de 2021 do IBAMA define que os resíduos eletrônicos em transporte não são primariamente classificados como resíduos perigosos, contanto que eles não tenham passado por nenhum processo de desmonte ou separação, nem tenham sido expostos a componentes perigosos. Além

disso, ela regulamenta alguns pontos do Decreto nº 10.240/2020 e define quando é obrigatória a autorização ambiental para transporte de produtos perigosos no caso de transporte interestadual de eletroeletrônicos descartados e dos seus resíduos (IBAMA, 2021). Adicionalmente, a NBR 16.156/2013 estabelece diretrizes para a manufatura reversa exclusivamente para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, com foco na proteção ambiental e no controle de riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho (ABNT, 2013).

De modo indireto, a Lei Federal 14.260/2021 também aborda o assunto. Ela estimula o fortalecimento da indústria de reciclagem no Brasil através de incentivos fiscais, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Com esta lei, pessoas físicas e jurídicas podem deduzir parte do imposto de renda ao investir em projetos de reciclagem aprovados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Tais projetos abrangem a capacitação e assistência técnica, incubação de pequenas empresas do setor de reciclagem, pesquisas, melhoria da infraestrutura para empresas e cooperativas, entre outras ações (Brasil, 2021).

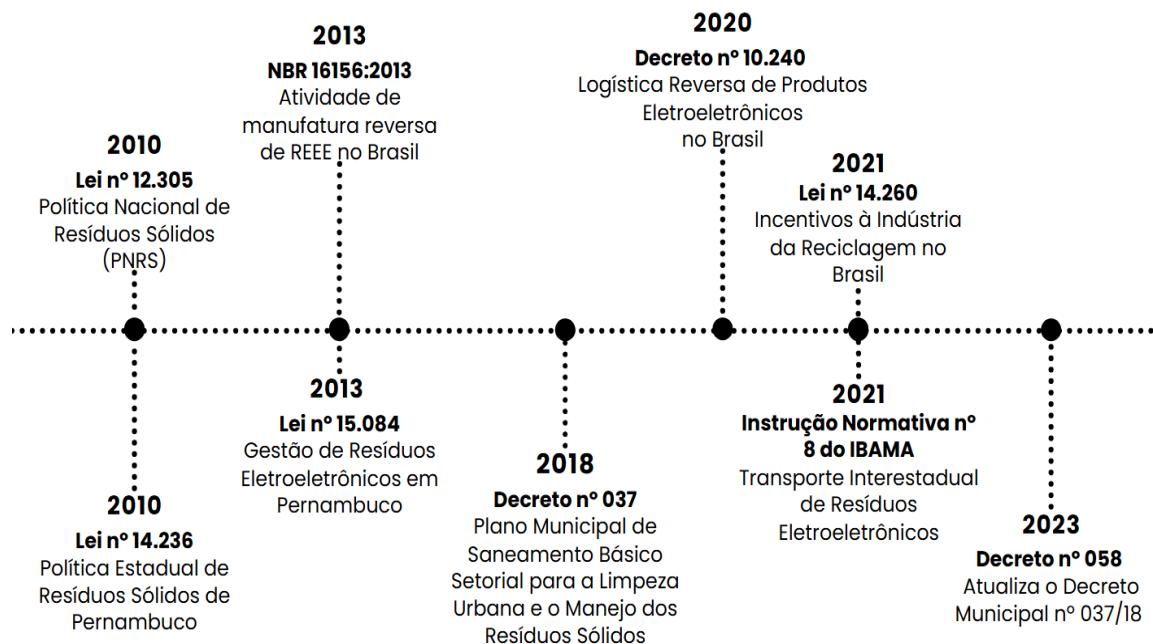
Em Pernambuco, destacam-se duas leis principais. A Lei nº 14.236/2010 foi promulgada logo após a PNRS. A partir dela foi criada a Política Estadual de Resíduos Sólidos, com o objetivo de aumentar a conscientização pública sobre o tema. Tem como foco incentivar a reciclagem e estimular mais a participação da sociedade. Ela busca proteger o meio ambiente e incentivar práticas de redução, reutilização, tratamento e destinação adequada dos resíduos sólidos, de forma ambientalmente responsável. A lei adota princípios como a responsabilidade compartilhada e os conceitos do poluidor-pagador e protetor-recebedor, estimulando a transparência, a educação ambiental, além de fomentar a pesquisa e incentivar o uso de novas tecnologias (Pernambuco, 2010). Já a Lei nº 15.084/2013 trata especificamente sobre resíduos eletroeletrônicos e exige que empresas que vendam baterias, pilhas e pequenos eletrônicos coloquem pontos de coleta de fácil acesso dentro de suas instalações, ficando sujeitas a multas ou advertências em caso de não cumprimento (Pernambuco, 2013).

Na esfera municipal, existem regulamentações e programas voltados aos resíduos sólidos, dos quais os REEE também fazem parte. O Decreto nº 037 de 2018 constitui o Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo dos Resíduos Sólidos do Município de Caruaru. Segundo este plano, os produtos

eletroeletrônicos e os componentes pertencentes a eles são resíduos Classe I (perigosos), e possuem logística reversa obrigatória (Caruaru, 2018). O Decreto Municipal nº 058 de 2023 revoga e atualiza o anterior e detalha que, no município, os REEE são coletados juntamente com o lixo domiciliar, sem qualquer separação na origem. Ele especifica que a cidade carece de iniciativas de parcerias para a logística reversa desse tipo de resíduo, e que os responsáveis por gerá-los estão à espera de acordos setoriais para definir a destinação correta (Caruaru, 2023). Em 2021, a prefeitura lançou o programa Recicla Caruaru (Prefeitura de Caruaru, 2021), o qual versa sobre a expansão da coleta seletiva (o que incluía no plano inicial resíduos eletrônicos e tecnológicos) e promoção da conscientização pública quanto aos resíduos sólidos (Caruaru, 2017).

A Figura 1 apresenta a ordem de surgimento de cada uma dessas regulamentações.

Figura 1 - Principais regulamentações federais, estaduais e municipais sobre resíduos sólidos e REEE



Fonte: A autora (2025).

Infelizmente, a dificuldade na aplicação das regulamentações já existentes é uma barreira para o correto gerenciamento de REEE, conforme observado por Karuppiah e Sankaranarayanan (2023), em seu estudo realizado na Índia. Isso

acontece também no Brasil, onde depois de 15 anos da promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, ainda é muito difícil pôr em prática os preceitos nela estabelecidos.

### 3.3 REEE E INSTITUIÇÕES DE ENSINO

No ambiente urbano, há áreas que se destacam pela presença de características específicas. Essas áreas são conhecidas como Minas Urbanas Distintas (DUM). O termo descreve locais definidos onde se acumulam grandes quantidades de determinados materiais ou produtos, cujo comportamento das pessoas nesses espaços pode ser diferente em relação a outros ambientes (Ongondo; Williams; Whitlock, 2015). Exemplos de DUMs incluem grandes pontos comercias, centros médicos, indústrias e universidades.

Vários estudos abordaram o tema do conhecimento sobre práticas de manejo e descarte de REEE no Brasil e no mundo. O Quadro 5 mostra informações importantes sobre os documentos selecionados através de uma revisão sistemática da literatura e que tratam, de forma específica, sobre estudantes universitários e resíduos de equipamentos eletroeletrônicos:

Quadro 5 - Informações dos artigos da revisão sistemática sobre estudantes universitários e REEE

Referência	Citações *	Publicação	Indexação	País	Foco e/ou pontos principais
Adeel et al. (2023)	1	Journal of Material Cycles e Waste Management	Scopus / Web of Science	Paquistão	Falta de instalações; Armazenamento de EEE; Preocupação com privacidade de dados.
Angelaki et al. (2024)	0	IEEE Transactions on Education	Scopus / Web of Science	Grécia	Data Centers; Intervenção educacional; Aumento da conscientização.
Arain et al. (2020)	73	Waste Management	Scopus / Web of Science	EUA	Falta de instalações; Conveniência da coleta; Custo da reciclagem.
D'almeida et al. (2021)	6	Sustainability	Scopus / Web of Science	Brasil	Armazenamento de EEE; Baixo conhecimento de regulamentações; Potencial econômico.
Deniz, Aydin e Kiraz (2019)	8	Cukurova Medical Journal	Web of Science	Turquia	Baixo conhecimento de regulamentações; Armazenamento de EEE; Indisponibilidade de instalações.
Garcia-Vazquez et al. (2021)	9	Sustainable Production e Consumption	Scopus	República Democrática do Congo	Intervenção; Consumo consciente; Intenções de reciclagem.
Islam, Dias e Huda, (2021)	77	Journal of Cleaner Production	Scopus / Web of Science	Austrália	Descarte; Vida útil; Desinformação sobre instalações e programas.
Kaijage e Mtebe (2017)	5	2017 IST-Africa Week Conference	Scopus / Web of Science	Tanzânia	Alunos de TIC; Descarte inapropriado; Ausência de infraestrutura.
Kankanamge (2023)	3	Circular Economy e Sustainability	Scopus	Sri Lanka	Falta de instalações; Preocupação com a segurança de dados; Descarte inadequado.
Kshetriya e Raghupathy (2023)	0	Indian Journal of Community Health	Scopus / Web of Science	Índia	Alunos da saúde; Baixo conhecimento dos riscos; Inclusão curricular.
Maphosa et al. (2022)	3	Journal of Theoretical e Applied Information Technology	Scopus	Zimbábue	Conhecimento x Prática; Ausência de políticas; Descarte inadequado.
Maphosa (2021)	7	Journal of Information Policy	Scopus / Web of Science	Zimbábue	Falta de instalações; Regulamentações ausentes; Conhecimento x prática.
Marques e Silva (2017)	5	Iberian Conference on Information Systems e Technologies	Scopus	Portugal	Interesse ecológico; Inclusão curricular; Eco-taxas.

Mor et al. (2021)	28	Procedia CIRP	Scopus	Índia	Baixo conhecimento; Práticas inadequadas; Responsabilidade estendida do produtor.
Nguyen, Lam e Huynh (2023)	3	Civil Engineering Journal (Iran)	Scopus / Web of Science	Vietnã	Laptops; Vida útil; Potencial de reutilização.
Osorio-Carrozama e Llerena-Izquierdo (2022)	1	Lecture Notes in Networks e Systems	Scopus	Equador	Técnicas de reciclagem; Compromisso ambiental; Gerenciamento adequado.
Pierron et al. (2017)	16	Waste Management	Scopus / Web of Science	Reino Unido	Arquitetura de escolha; Valor monetário; Descarte irregular.
Saldaña-Durán e Messina-Fernández (2021)	16	Environment, Development and Sustainability	Scopus / Web of Science	México	Projeto Recyclatron; Engajamento prático; Habilidades acadêmicas; Gestão de resíduos.
Sánchez-Carracedo e López (2021)	7	Sustainability	Scopus / Web of Science	Espanha	Reutilização de computadores; Conscientização ambiental; Metodologia Service-Learning.
Shittu et al. (2021)	5	Detritus	Scopus / Web of Science	Reino Unido	Recuperação de equipamentos; Economia circular; Reutilização.
Shittu, Williams e Shaw (2022)	7	Resources Conservation e Recycling	Web of Science	Reino Unido	Armazenamento de EEE; Reutilização; Potencial econômico.
Siddiqua et al. (2022)	10	Sustainability	Scopus / Web of Science	Emirados Árabes Unidos	Conhecimento x Prática; Descarte irregular; Rápida substituição de EEE.
Tukimin, Anwar e Latif (2019)	0	International Journal of Engineering and Advanced Technology	Scopus	Malásia	Falta de conhecimento conceitual; Geração inconsciente; Armazenamento de EEE.
Varghese e Sharma (2022)	2	2022 IEEE Integrated STEM Education Conference	Scopus	Índia	Extensão universitária; Educação ambiental; Lacuna de infraestrutura.

\*Quando o nº de citações era diferente, em trabalhos indexados em mais de uma base de dados, manteve-se o maior número.

Obs.: Instalações se referem a pontos de entrega, coleta e/ou reciclagem de REEE.

Fonte: A autora (2025).

Foi verificado que todos os 24 artigos aplicaram questionários para formulação dos resultados, com exceção de Shittu et al. (2021) e Saldaña-Durán e Messina-Fernández (2021). Shittu et al. (2021), por exemplo, utilizaram o modelo ISB (Infraestrutura, Serviço e Comportamento) para coletar equipamentos de alunos residentes em alojamentos da Universidade de Southampton, no Reino Unido. Equipamentos em bom estado ou que necessitavam de pequenos reparos foram distribuídos para instituições de caridade. No geral, 21 artigos discorrem sobre pelo menos um dos quatro aparelhos trabalhados nesta pesquisa (tablets, laptops, PCs e smartphones).

É importante citar que alguns dos artigos consideram como estudantes universitários os alunos de graduação e de pós-graduação, como Adeel et al. (2023) e Nguyen, Lam e Huynh (2023). Outros se referem à comunidade acadêmica em geral, mas os alunos representam a parcela majoritária dos entrevistados, como é o caso do artigo de Siddiqua et al. (2022), onde 93,00% são relativos aos estudantes e o restante se refere aos funcionários da instituição. O estudo de Shittu, Williams e Shaw (2022) também engloba funcionários e alunos, no qual aproximadamente 13,53% são funcionários, 66,61% são estudantes de graduação e 19,84% estudantes de pós-graduação. Dos 24 artigos, 11 informaram os cursos ou áreas do conhecimento dos alunos respondentes.

Entre esses documentos, 5 consideraram o tópico de educação ambiental no curso como importante para a pesquisa. Sánchez-Carracedo e López (2021), Angelaki et al. (2024), Marques e Silva (2017), Mor et al. (2021) e Saldaña-Durán e Messina-Fernández (2021) trataram nos seus resultados sobre questões relacionadas à educação ambiental nos currículos, como atividades de extensão ou programas nas instituições de ensino.

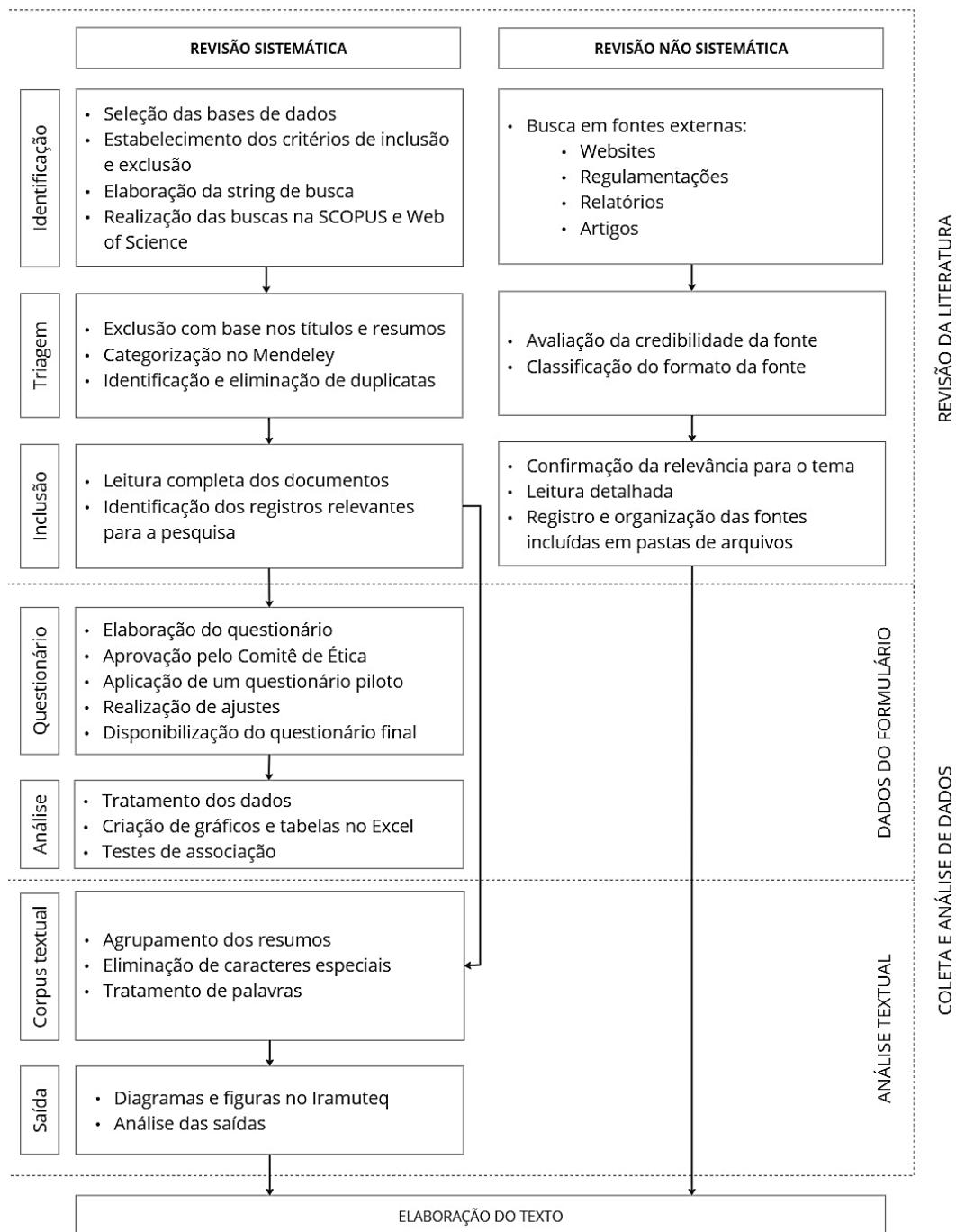
No geral, 19 trabalhos trataram sobre o conhecimento sobre REEE, no tocante ao seu significado, periculosidade, existência de metais preciosos, etc.; 21 falaram sobre infraestrutura de descarte e/ ou reciclagem, discorrendo se há ou não a existência de pontos de entrega voluntária (PEV) de REEE, existência de locais formais de coleta ou reciclagem, dentre outras informações; e 20 explanaram sobre assuntos relacionados à regulamentação, políticas públicas e/ou ações, abordando-as diretamente nas entrevistas e nos resultados.

A conscientização da sociedade sobre os riscos do descarte irregular de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, a nível global, é fundamental (Cavalcante et al., 2015). O consumidor precisa reconsiderar seus hábitos de consumo, através da incorporação de pequenas atitudes, porém eficazes, como a compra em empresas comprometidas com práticas voltadas à sustentabilidade, a avaliação cuidadosa da real necessidade de uma compra e, por fim, a reflexão sobre o destino dos produtos após seu uso, o que pode contribuir positivamente para a transformação desse quadro atual (Bozatto et al., 2020).

## 4 METODOLOGIA

Esta seção descreve a metodologia utilizada na pesquisa, a qual se caracteriza como um estudo transversal de caráter descritivo e exploratório. O passo a passo das buscas, bem como coleta e análise de dados, é mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: A autora (2025).

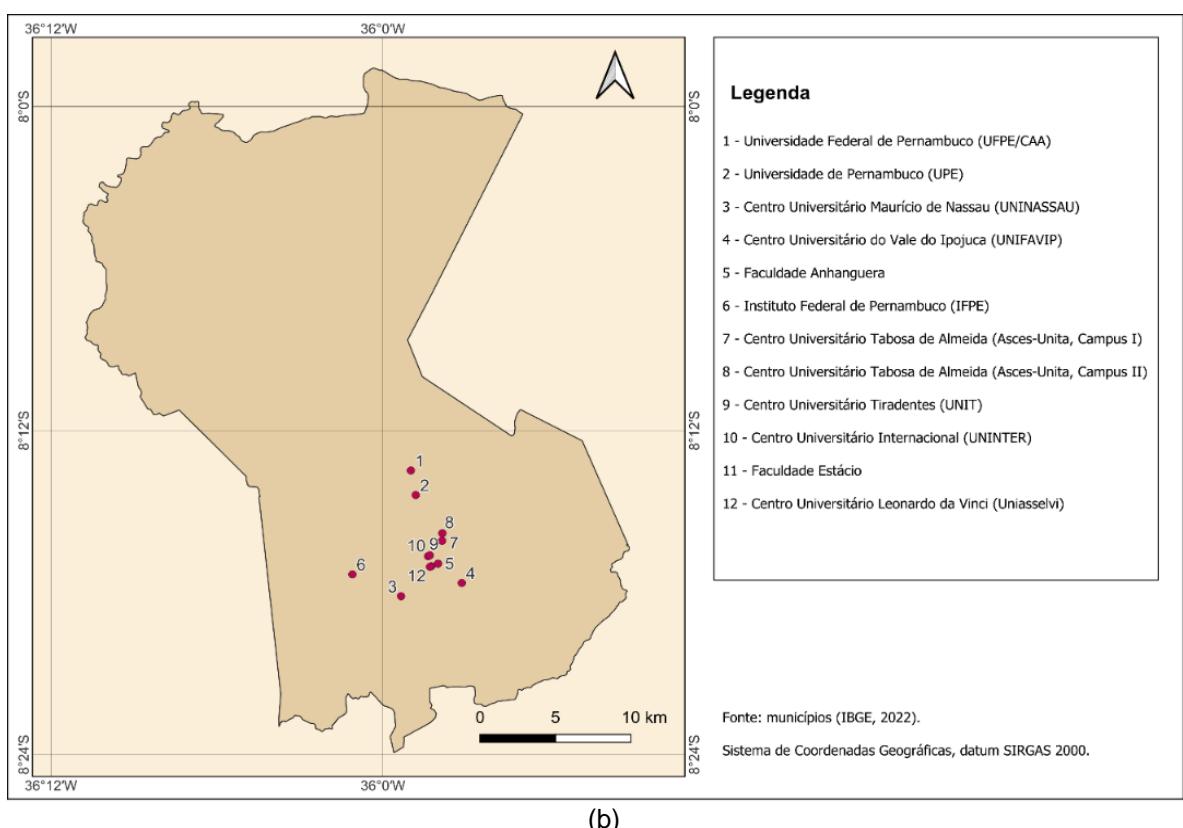
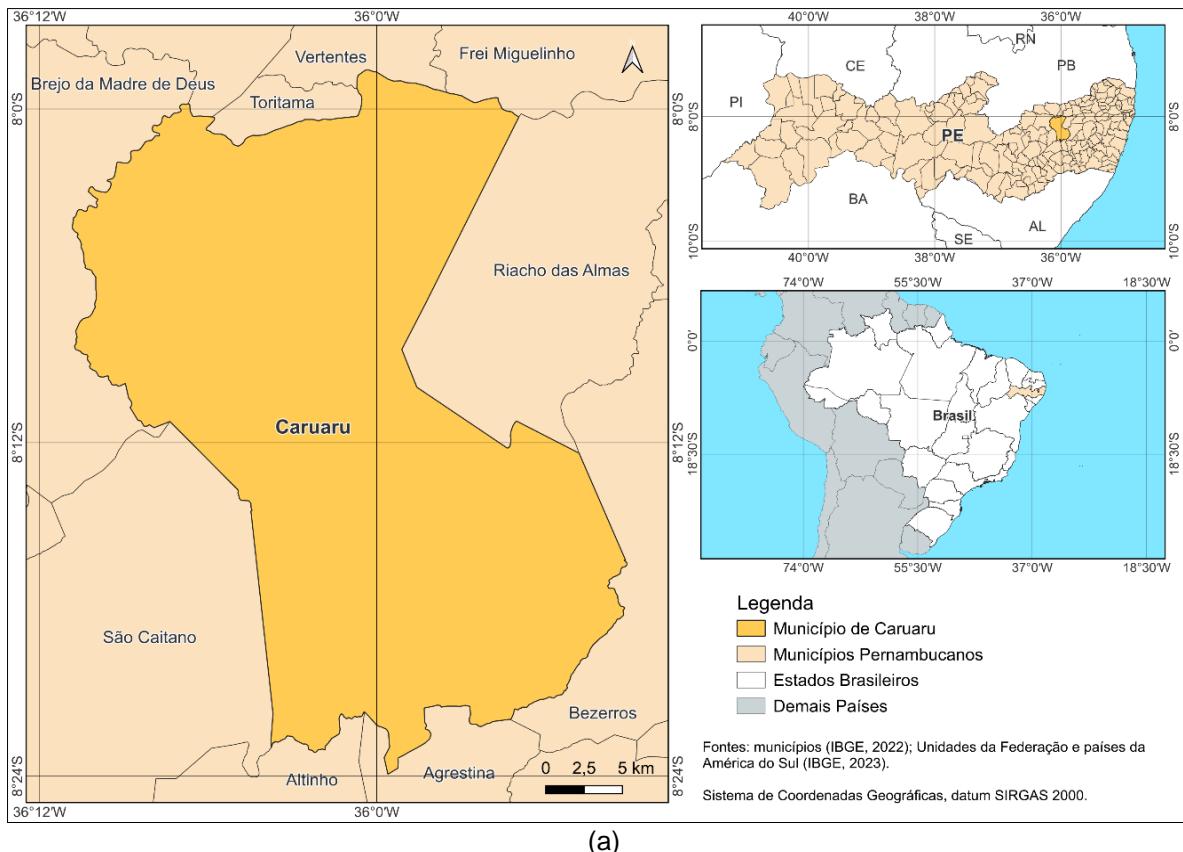
A revisão sistemática foi aplicada para entender o contexto específico do público alvo, isto é, os estudantes universitários, quanto aos REEE. Já a revisão não sistemática foi utilizada para enriquecer todo o trabalho, trazendo dados sobre a legislação, sobre o comportamento das pessoas de modo geral, dados de geração nacional e global, definições sobre termos importantes etc. Nela, as etapas descritas nos quadros da Figura 2, à direita, não necessariamente ocorreram em sequência, podendo partes deles terem sido realizados paralelamente.

#### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange o município de Caruaru, localizado no estado de Pernambuco (Figura 3a). A cidade conta com uma área territorial de 919,07 km<sup>2</sup> (IBGE, 2023) e possui uma população de 378.048 habitantes (IBGE, 2022).

Caruaru é atualmente um importante polo comercial, turístico e industrial. Existem várias instituições de ensino superior situadas no município. Algumas delas são mostradas na Figura 3b. A pesquisa não foi aplicada em todas as instituições pontuadas no mapa. Ela foi realizada apenas em três IES principais e enviada para alguns poucos estudantes de outras instituições, fora de suas dependências. Nenhuma delas foi identificada diretamente no texto, apenas foram referenciadas pelo seu tipo, isto é, se é pública ou privada.

Figura 3 - Área de estudo: (a) localização do município de Caruaru; (b) instituições de ensino superior localizadas no município



Fonte: A autora (2025).

## 4.2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão bibliográfica foi dividida em duas partes. Na primeira, foi feito um levantamento de dados avulsos a partir de artigos científicos, relatórios, dissertações, teses, leis e sites governamentais ou de entidades que abordam o tema dos eletroeletrônicos e comportamento do consumidor, de modo geral. Nela foram utilizados preferencialmente documentos publicados a partir de 2015, no entanto foram utilizados também alguns mais antigos devido a sua relevância para o tema. A segunda consiste numa revisão sistemática, a qual engloba artigos científicos que tratam diretamente sobre práticas de manejo e descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos por estudantes universitários. Esta revisão foi conduzida considerando somente trabalhos publicados entre os anos de 2015 a 2024.

Na revisão sistemática, a coleta de dados foi realizada nas bases de dados Scopus e Web of Science, utilizando a seguinte *string* de busca: ("e-waste" OR "wEEE" OR "Waste of electrical and electronic equipment" OR "electronic waste" OR "electrical e electronic waste" OR "end-of-life electronic product" OR "end-of-life electronic equipment" OR "obsolete electronics" OR "electronic waste management") and ("management practices" OR "disposal practices" OR "handling practices" OR "waste management" OR "sustainable disposal" OR "recycling practices" OR "reuse practices" OR "circular economy") and (university OR "universities" OR "educational institution\*\*" OR "academic institution\*\*" OR "higher education institution\*\*" OR graduat\* OR "higher education" OR "college" OR "post-secondary education" OR "tertiary education") and (awareness OR consciousness OR knowledge OR behavior OR perception OR attitude OR understanding OR involvement OR engagement OR participation). A busca resultou em 64 documentos na Scopus e 46 na Web of Science. Após a análise inicial, pelos títulos e resumos, restaram 37 e 19 arquivos, respectivamente. Depois da leitura dos trabalhos completos, foram excluídos mais alguns que não se relacionavam diretamente com o tema, totalizando um número de 22 e 15 documentos, sendo que 13 destes eram comuns nas duas plataformas. No fim, a busca resultou em 24 artigos.

## 4.3 QUESTIONÁRIO

A pesquisa foi conduzida em meio digital através de um questionário semiestruturado distribuído através da plataforma Google Forms. Ele foi composto por 21 perguntas, 17 fechadas e 4 abertas (Apêndice 1). A formulação das questões se deu por meio da revisão sistemática realizada, onde se observaram os pontos de maior relevância a serem analisados. De modo geral, a formulação do questionário se baseou em perguntas para avaliar o nível de consciência dos estudantes sobre os problemas associados ao descarte inadequado de REEE, conhecimento sobre a existência de políticas públicas ou programas de descarte de REEE e infraestrutura adequada disponível para descarte, conforme mostra o Quadro 6.

Quadro 6 - Distribuição das perguntas do questionário

Categoria	Assunto abordado
Perfil dos Respondentes	Questão 1: Idade Questão 2: Gênero Questão 3: Cidade Questão 4: Renda familiar Questão 5: IES Questão 6: Curso
Conhecimento ambiental	Questão 7: O que é um REEE Questão 8: Disciplina sobre educação ambiental no curso Questão 15: Conhecimento sobre a composição dos EEE Questão 21: Autoavaliação de conhecimento sobre REEE
Hábitos de Consumo e Descarte	Questão 10: Tipos de aparelhos que utiliza para estudos Questão 11: Quantidade de EEE fora de uso Questão 12: Motivo do desuso e/ou troca Questão 13: Tempo de uso antes da inutilização Questão 14: Forma de descarte de REEE Questão 20: Compra de EEE usado, remanufaturado ou recondicionado
Infraestrutura de descarte e reciclagem	Questão 16: Existência de PEVs Questão 17: Distância máxima a pé a um PEV Questão 18: Distância máxima com veículo a um PEV
Regulamentação, Políticas Públicas e/ou ações	Questão 9: Regulamentações Questão 19: Políticas públicas e ações

Fonte: A autora (2025).

#### 4.4 AMOSTRAGEM

A amostra de entrevistados foi estimada com base no tamanho total da população das três instituições principais, uma pública e duas privadas, que somam

aproximadamente 8.065 alunos de graduação. Como a população é menor que 10.000, para o cálculo do tamanho da amostra, foi utilizada a equação para populações finitas (Aguilar-Barojas, 2005):

$$n = \frac{N \cdot \delta^2 \cdot (Z_{\alpha/2})^2}{(N - 1) \cdot E^2 + \delta^2 \cdot (Z_{\alpha/2})^2}$$

Onde:

- n - tamanho da amostra;
- N - tamanho da população;
- $\delta^2$  - variância populacional;
- $Z_{\alpha/2}$  - valor crítico para o grau de confiança adotado;
- E - margem de erro padrão.

Foi considerada uma margem de erro de 5% e um nível de confiança de 95%, o que fornece um valor crítico  $Z_{\alpha/2}$  igual a 1,96 (Larson; Farber, 2015). Além disso, como não se conhece o valor da variância populacional, foi adotado o valor máximo possível que é de 0,25. O cálculo resultou em uma amostra composta por 367 estudantes universitários.

## 4.5 ANÁLISE DE DADOS

### 4.5.1 Análise de conteúdo dos artigos selecionados na revisão sistemática

Para a análise de conteúdo, foi utilizado software IRaMuTeQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires), que opera a partir da linguagem estatística R. É um programa livre, voltado à realização de análises textuais multidimensionais e estatísticas (Masinda, 2022).

Sua utilização no Brasil teve início em 2013 e foi inicialmente aplicado em pesquisas sobre representações sociais (Acauan et al., 2020). Com o tempo, seu uso foi ampliado para outras áreas, favorecendo a disseminação das potencialidades do processamento de dados qualitativos (Souza et al., 2018). É importante salientar que, embora o programa organize e processe os dados, a interpretação analítica depende do pesquisador (Medeiros et al., 2022)

Nesta pesquisa, primeiramente foi realizada a preparação do corpus textual, composto pelos resumos dos 24 artigos selecionados na revisão sistemática, os quais foram organizados em um único arquivo de texto. Depois foi feita a organização de palavras ou termos compostos unindo estes com *underline*, seguida pela padronização das siglas e eliminação de caracteres especiais. Por último, seguiu-se com a realização das estatísticas descritivas básicas e com a aplicação da Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e da Análise Fatorial de Correspondência (AFC).

#### **4.5.1.1 Classificação Hierárquica Descendente (CHD)**

A Classificação Hierárquica Descendente (CHD), chamada também de método de Reinert, é utilizada para identificar os temas que estruturam um conjunto de textos (Sousa et al., 2020). Nela, os Segmentos de Texto (STs) são agrupados em classes de acordo com a semelhança de vocabulários, distinguindo-os daqueles presentes em outras classes (Salviati, 2017; Lessa; Vieira; Matos, 2021; Medeiros et al., 2022). A CHD é considerada um dos procedimentos mais utilizados na literatura, quando se refere ao Iramuteq (Salvador et al., 2018). Ao classificar os segmentos de texto, é importante ressaltar que aproveitamentos inferiores a 75% podem indicar baixa homogeneidade do corpus (Camargo; Justo, 2021), e a análise não é significativa.

Os resultados obtidos podem ser apresentados de diversas formas, sendo o dendrograma uma das mais comuns (Sousa, 2021). O software utiliza o teste  $\chi^2$  (qui-quadrado) para agrupar as formas (palavras distintas) em cada classe. A partir da imagem gerada pelo programa foi criado um dendrograma manual considerando apenas as palavras que apresentam  $\chi^2$  maior que o valor crítico de 3,84 (para  $p < 0,05$ ), como feito por Medeiros et al. (2022).

#### **4.5.1.2 Análise Fatorial de Correspondência (AFC)**

A Análise Fatorial de Correspondência (AFC) permite auxiliar a visualização das proximidades e oposições das classes (Camargo e Justo, 2021). A AFC é construída a partir da associação das ocorrências dos termos (e também das variáveis) com as classes obtidas na CHD, permitindo representar as associações

entre esses elementos em um plano cartesiano (Cantanhede; Rizzatti; Cantanhede, 2022) dividido em quatro quadrantes, com base nas coordenadas dos eixos X e Y (Neta; Cardoso, 2021). Aqui foi aplicada para complementar a CHD ao oferecer uma visualização espacial da distribuição dos termos, facilitando a visualização da relação entre as palavras e os grupos que o software gerou.

Os resultados encontrados permitem identificar os principais eixos discursivos presentes nos textos, orientando a categorização de dados, a construção de argumentos e a discussão teórica, sendo assim, a interpretação das classes obtidas por meio da CHD e AFC é fundamental para a estruturação da análise temática do corpus estudado, sendo possível observar tendências e lacunas sobre o tema.

#### **4.5.2 Análise estatística dos dados coletados pelo questionário**

Primeiramente foi feita a análise descritiva dos dados de modo a caracterizar e descrever a amostra. Os dados foram descritos por imagens e mapas, com o auxílio do Canva e do QGis e também organizados em gráficos e tabelas criados a partir do Microsoft Excel. Esta análise serviu como base para a realização das análises subsequentes.

Os cursos foram classificados de acordo com Tabela de Áreas do Conhecimento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (2022). Além disso, a definição das faixas etárias foi baseada no modelo de desenvolvimento adulto de Levinson (1986), para garantir uma divisão lógica em termos de comportamento humano. Foram feitas pequenas adaptações a divisão feita por Levinson de modo que cada faixa seja mutuamente excludente e consideradas as idades a partir de 18 anos.

Em seguida, foram realizados testes estatísticos para determinar a existência de associação entre variáveis. Após a aplicação do teste, foram feitas análises complementares e a avaliação do tamanho do efeito.

##### **4.5.2.1 Testes aplicados às variáveis dos questionários**

Para os cálculos de associações entre variáveis, foi utilizado o Jamovi (Versão 2.6.44), que é um software gratuito construído sobre a linguagem de programação R

(Şahin; Aybek, 2020). Em todos os testes foi adotada uma significância ( $\alpha$ ) de 0,05 como ponto de corte, correspondendo a um nível de confiança de 95%. Assim, para um p-valor  $\leq 0,05$ , rejeita-se a hipótese nula e a associação entre as variáveis é considerada estatisticamente significativa (Larson; Farber, 2015).

Nos casos em que ambas as variáveis fossem categóricas nominais ou uma nominal e outra ordinal, a preferência foi a aplicação do Teste Qui-quadrado de Independência ( $\chi^2$ ), desde que nenhuma célula tivesse valor esperado menor 1 e que no máximo 20% das células apresentasse valor esperado inferior a 5 (Cochran, 1954). Para os casos em que não se pode aplicar o qui-quadrado e para aqueles que possuíam tabela de contingência 2x2, foi realizado o Teste Exato de Fisher (Callegari-Jacques, 2009). Para ambos os testes de independência, a hipótese nula ( $H_0$ ) é de que as variáveis são independentes e a hipótese alternativa ( $H_1$ ) é de que elas não são independentes (Agresti, 2007). Como Teste Exato de Fisher demanda grande esforço computacional, o Jamovi utiliza simulação de Monte Carlo, retornando um p-valor aproximado, mas confiável, para tabelas de ordem superior a 2x2.

Nos casos em que uma das variáveis era contínua, foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, o qual, segundo Razali e Wah (2011), é considerado o mais poderoso para detectar desvios da normalidade em diferentes cenários e tamanhos de amostra. Se os dados fossem normais, seria aplicada a análise de variância ANOVA e, em caso contrário, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Callegari-Jacques, 2009), que compara a distribuição da uma variável numérica entre três ou mais grupos independentes (Ostertagová; Ostertag; Kováč, 2014). Para este teste, a hipótese nula ( $H_0$ ) é de que os grupos possuem a mesma função de distribuição e a hipótese alternativa ( $H_1$ ) é que elas são diferentes (Trindade et al., 2022).

Após a realização desses testes de tabelas de contingência, foi feita a análise dos Resíduos Padronizados, que permite comparar as frequências observadas e esperadas para cada célula (Agresti, 2007). O valor de corte adotado para que o resíduo seja considerado estatisticamente significativo foi  $|Z|>1,96$  para  $\alpha=5\%$  (Field, 2009). Já como post-hoc do teste de Kruskal-Wallis, foi aplicado o Teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF) (Spurrier, 2006) de modo a identificar quais grupos diferem uns dos outros.

#### **4.5.2.2 Determinação do tamanho do efeito**

O p-valor mede apenas a significância estatística, e esta medida não é suficiente para dizer se uma relação é forte ou não, por isso é preciso calcular o tamanho do efeito (Tomczak; Tomczak, 2014).

O V de Cramer é uma medida da intensidade da associação quando se trata de variáveis categóricas (Capp; Nienov, 2020). Então, ele foi empregado para medir a intensidade do efeito para o Qui-quadrado e Teste Exato de Fisher. Para a interpretação da magnitude desse valor, foi escolhida a abordagem apresentada por Rea e Parker (2014), a qual não depende do tamanho da tabela de contingência (Quadro 7).

Quadro 7 - Classificação da força para tabelas de contingência

<b>V de Cramer</b>	<b>Intensidade da associação</b>
< 0,10	Desprezível
[ 0,10; 0,20 [	Fraca
[ 0,20; 0,40 [	Moderada
[ 0,40; 0,60 [	Relativamente forte
[ 0,60; 0,80 [	Forte
[ 0,80; 1,00 ]	Muito forte

Fonte: Adaptado de Rea e Parker (2014).

Para os casos em que foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, o tamanho do efeito foi medido pelo Épsilon-quadrado ( $\epsilon^2$ ) (Tomczak; Tomczak, 2014), calculado no Jamovi. Para a sua interpretação, foram adotados os mesmos valores de corte aplicados ao  $\eta^2$  que é utilizado por Cohen (1988). Os valores utilizados para classificar o  $\epsilon^2$  estão no Quadro 8.

Quadro 8 – Valores base para classificação do tamanho do efeito para o teste de Kruskal-Wallis

<b>Épsilon-quadrado</b>	<b>Intensidade do efeito</b>
[ 0,01; 0,06 [	Pequeno
[ 0,06; 0,14 [	Médio
$\geq 0,14$	Grande

Fonte: A autora (2025).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE DE CONTEÚDO DOS ARTIGOS SELECIONADOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

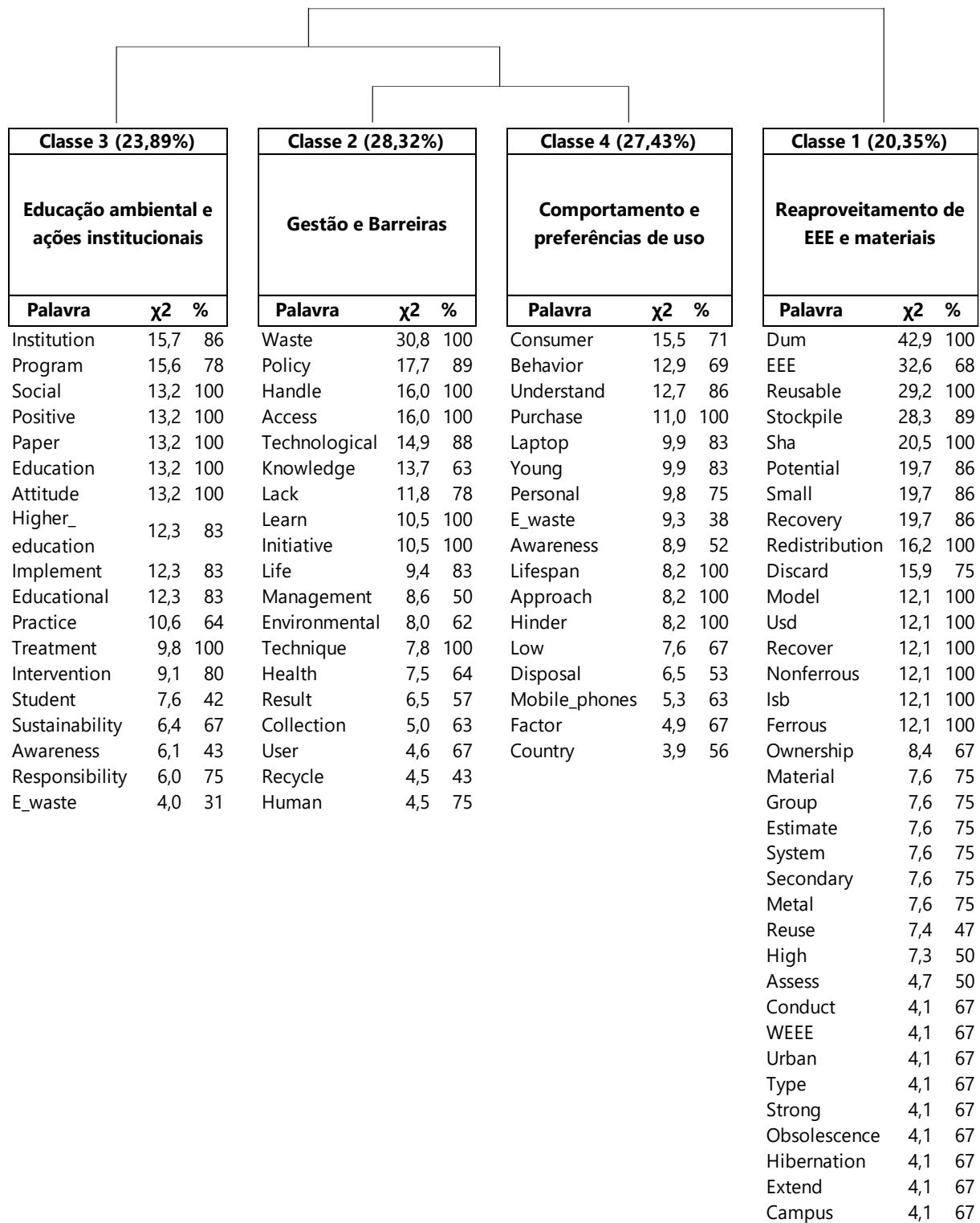
A análise de conteúdo foi realizada para os artigos selecionados na revisão sistemática apresentados anteriormente no Quadro 5, com o auxílio do software IRaMuTeQ. Para o processamento foi feita a limpeza do corpus, que é o arquivo de texto de entrada do programa contendo o resumo dos 24 documentos. Em seguida, foi realizada a aplicação da Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e da Análise Fatorial de Correspondência (AFC), com a finalidade de classificar e organizar os temas principais discutido na literatura.

#### 5.1.1 Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

A realização da CHD dividiu o corpus em dois grandes grupos, onde um é composto apenas pela classe 1 e o outro se subdivide novamente em dois, separando a classe 3 de outro grupo que contém as classes 2 e 4, totalizando quatro classes. Ao todo, 113 segmentos de texto (ST) foram classificados, o que representa um aproveitamento de 80,71%, que é um satisfatório, pois esse valor deve ser maior que 75%. A Classe 1 foi composta por 23 ST, o que corresponde a 20,35% dos segmentos classificados; A Classe 2 contou com 32 ST (28,32%); A Classe 3 contém 27 ST (23,89%) e a Classe 4 ficou com 31 ST (27,43%).

Para compor o dendrograma, que foi elaborado manualmente com base na imagem gerada pelo software e nos arquivos do Excel que ele cria, foram destacadas apenas as formas ativas com qui-quadrado ( $\chi^2 \geq 3,84$  ( $p < 0,05$ ) (Figura 4). Esse teste mede o quanto uma palavra está associada com uma determinada classe e indica que a associação não é fruto do acaso, mas sim que ela é estatisticamente relevante. Vale dizer que o software não nomeia as classes automaticamente, pois isso é tarefa do pesquisador. Sendo assim, de acordo com a maioria dos termos presentes em cada grupo, as classes foram nomeadas. Alguns termos foram removidos do dendrograma por serem considerados “ruído”, isto é, palavras que não agregam ao conteúdo.

Figura 4 - Classificação Hierárquica Descendente (CHD)



Fonte: A autora (2025).

A Classe 1 é a que mais se distingue das demais, tratando sobre “Reaproveitamento de EEE e materiais”. Ela aborda temas relacionados a posse e ao estoque de aparelhos eletrônicos. Embora muitos trabalhos falem que os estudantes

costumam manter os dispositivos em casa, nesta classe, o estoque é estudado como uma fonte para aproveitamento de aparelhos que ainda funcionem e também obtenção de materiais com valor econômico, tratando o lixo eletrônico como uma mina urbana. A obsolescência se destaca como um motivo comum que eleva esse estoque. Alguns dos principais termos são *ownership, stockpile, obsolescence, recovery, redistribution, reuse, estimate, metal, ferrous, nonferrous, usd, DUM, weee, potential*.

A Classe 2, chamada de “Gestão e barreiras”, aborda de maneira mais geral os aspectos relacionados à gestão de eletrônicos, como os processos e desafios envolvidos. É possível se observar a existência de barreiras tecnológicas, de conhecimento e relativas às políticas existentes ou à falta delas. Também há desafios em relação à reciclagem e técnicas no contexto do gerenciamento dos REEE. A definição desta classe se apoia em termos como *waste, policy, management, lack, technological, technique, recycle, environmental, management* etc.

Em sequência, a Classe 3, que foi nomeada como “Educação ambiental e ações institucionais”, é marcada por palavras como *higher\_education, implement, education, practice, program, sustainability, treatment*, dentre outros. Ela trata sobre a dimensão educacional e o papel social das instituições de ensino na disseminação de conhecimentos sobre REEE, de modo a promover a sustentabilidade, através de ações e programas, intervenções educativas e iniciativas sociais voltadas à conscientização e responsabilidade sobre o tema na comunidade acadêmica.

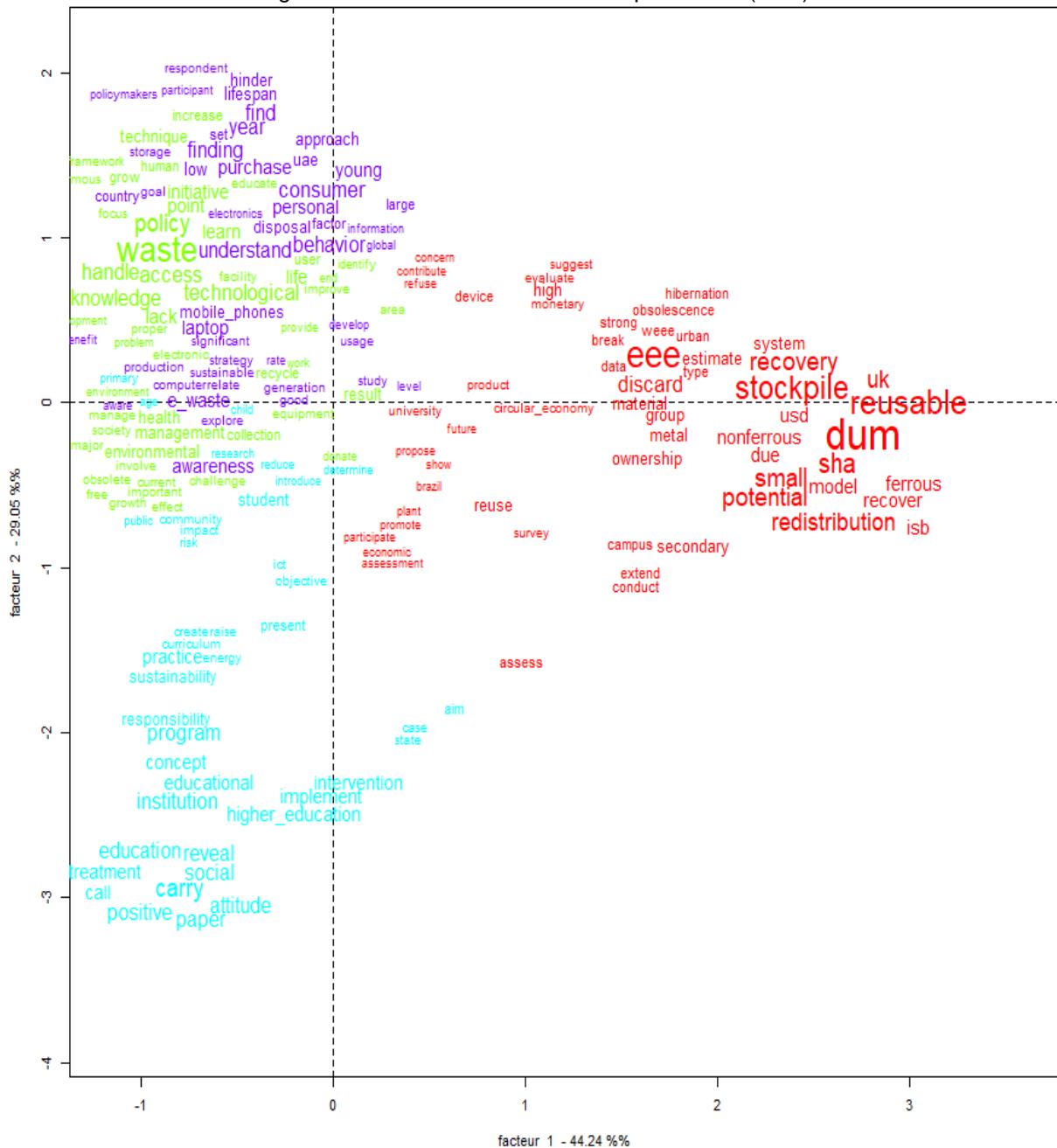
Por fim está a Classe 4, que foi chamada de “Comportamento e preferências de uso”. Esta classe se concentra na exposição do comportamento do consumidor sobre os REEE, principalmente dos jovens, explorando as suas dinâmica de uso, bem como as atitudes de compra e descarte dos produtos eletroeletrônicos. Destaca-se o uso pessoal de laptops e celulares, os quais são amplamente explorados na literatura. Termos como *consumer, young, e\_waste, awareness, lifespan, purchase, disposal, laptop e mobile\_phone* caracterizam este grupo.

### **5.1.2 Análise Fatorial de Correspondência (AFC)**

Como observado na Figura 4, a Classificação Hierárquica Descendente já mostra que as Classes 2 e 4 estão mais próximas entre si e que a Classe 1 está mais distante de todas. Isso fica ainda mais evidente quando se analisa o gráfico da Análise

Fatorial de Correspondência (AFC) mostrada na Figura 5, onde se localiza no plano factorial as mesmas classes obtidas na CHD.

Figura 5 - Análise Fatorial de Correspondência (AFC)



Fonte: A autora (2025).

A AFC deixa claro que a discussão sobre o tema não é homogênea na literatura, mas sim polarizada e com baixa sobreposição entre eles. As Classes 1, 2, 3 e 4 estão representadas pelas cores vermelho, verde, azul e roxo, respectivamente.

O eixo horizontal (fator 1 - 44,24%) mostra a contraposição mais forte entre temas. As classes 2 (verde), 3 (azul) e 4 (roxo), localizadas à esquerda, contrastam com a classe 1 (vermelho) que está na direita. Esse fator 1 separa os modelos tecnológicos e de materiais dos modelos sociais e de comportamento. Isso indica que na maioria das vezes quando um estudo aborda ativamente o reaproveitamento de aparelhos e seus materiais ele tende a não se aprofundar em temas sobre a gestão, barreiras, educação ambiental, programas e intervenções institucionais.

Verticalmente, pelo fator 2 (29,05%), o tema de “Educação ambiental e ações institucionais” (em azul) se contrapõe principalmente às classes 2 (verde) e 4 (roxo), mostrando um contraste entre as ações instituições e o comportamento do consumidor jovem, gestão e barreiras existentes. Ou seja, a contraposição marcada neste fator é entre abordagens educativas institucionais e dinâmicas de gestão e comportamento individual. No entanto, nota-se que as classes 2 (verde) e 4 (roxo) estão fortemente próximas, estando ambas localizadas quase totalmente no primeiro quadrante, o que indica que na maioria das vezes que um estudo trata com profundidade sobre “Gestão e barreiras” também aborda o “Comportamento e preferências de uso”.

É importante destacar que alguns termos, como “uk”, “uae”, “carry”, são considerados ruídos, ou seja, palavras que não trazem contribuições relevantes, não sendo necessárias para o contexto dos temas.

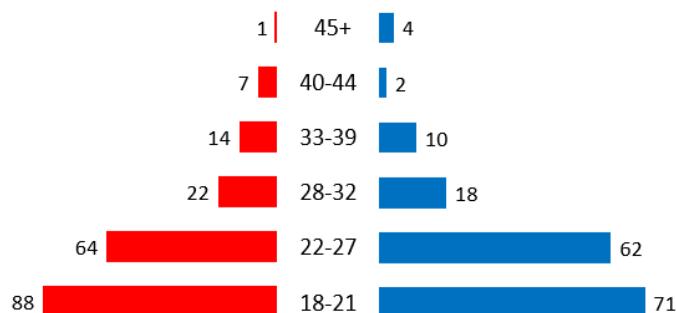
Ambas as análises, CHD e AFC, revelaram que há lacunas na maneira como o tema é tratado na literatura. Tais lacunas são caracterizadas pela polarização temática, onde na maioria dos casos os temas conversam pouco entre si, quando deveriam ser tratados em conjunto, principalmente no tocante ao potencial econômico, reaproveitamento e recuperação de materiais, que pouco se sobrepõe aos demais, muitas vezes deixando de lado os aspectos sociais, institucionais e comportamentais. Além disso, o distanciamento entre a “Educação ambiental e ações institucionais” e as práticas reais dos estudantes evidencia o fato de que as iniciativas educacionais devem considerar as preferências individuais de consumo, descarte, barreiras práticas e os processos de gestão, na formulação dessas ações.

## 5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS QUESTIONÁRIOS

### 5.2.1 Estatística Descritiva

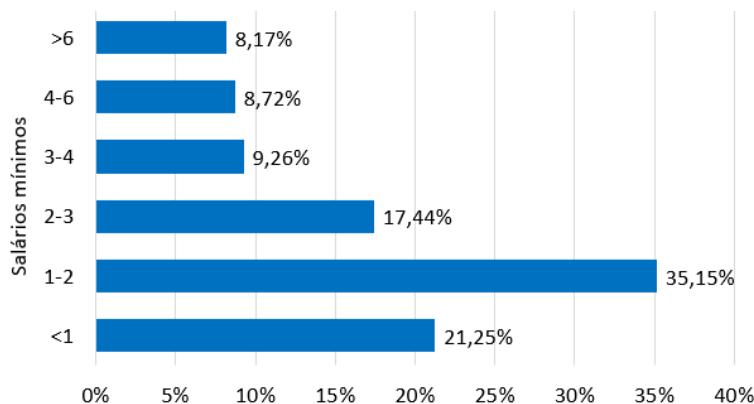
Dos 367 respondentes, 53,41% são do gênero feminino, 45,50% são do masculino e 1,09% são de outros gêneros ou preferiram não declarar. Do total, 59,13% estudam em instituições de ensino superior (IES) públicas e 40,87% em privadas. A maioria possui idade entre 18 e 21 anos (43,32%) (Figura 6a) e uma renda familiar entre 1 e 2 salários mínimos (35,15%). Uma pequena parcela dos entrevistados (8,17%) possui renda acima de 6 salários mínimos (Figura 6b).

Figura 6 - Faixas de (a) idade e (b) renda dos estudantes



*Obs.: O gênero masculino está representado na cor azul e o feminino em vermelho.  
Os estudantes de outros gêneros têm idades variando entre 18-27 anos.*

(a)



*Obs.: Foi considerado o salário mínimo (SM) vigente para o ano de 2024, que foi de R\$ 1.412,00 (Brasil, 2023).*

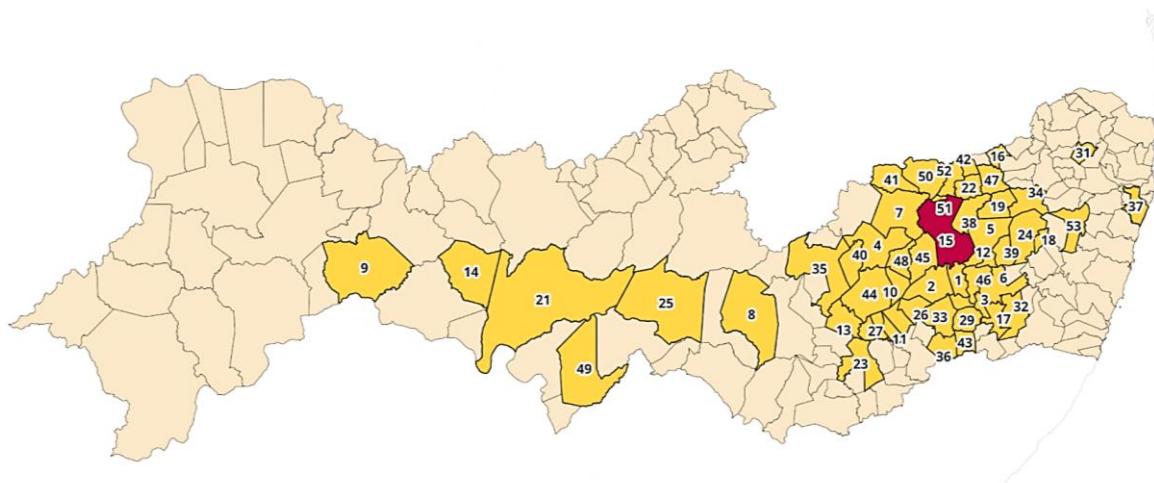
(b)

Fonte: A autora (2025).

A maior parte dos estudantes moram no município de Caruaru (200 estudantes). No entanto, muitos são de outras cidades, como se vê na Figura 7. A diversidade de origens reforça o papel de Caruaru como um polo educacional regional,

abrangendo estudantes de várias regiões do estado, como Agreste, Zona da Mata, Sertão, etc.

Figura 7 - Distribuição das cidades de residência dos alunos no estado de Pernambuco



#### Legenda

- |                               |                         |                                  |                                |
|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Agrestina - 6              | 15. Caruaru - 200       | 29. Lagoa dos Gatos - 3          | 43. São Benedito do Sul - 2    |
| 2. Altinho - 6                | 16. Casinhas - 1        | 30. Lajedo - 15                  | 44. São Bento do Una - 4       |
| 3. Belém de Maria - 2         | 17. Catende - 2         | 31. Nazaré da Mata - 1           | 45. São Caetano - 2            |
| 4. Belo Jardim - 8            | 18. Chã Grande - 1      | 32. Palmares - 1                 | 46. São Joaquim do Monte - 2   |
| 5. Bezerros - 13              | 19. Cumaru - 3          | 33. Panelas - 1                  | 47. Surubim - 4                |
| 6. Bonito - 2                 | 20. Cupira - 6          | 34. Passira - 2                  | 48. Tacaimbó - 2               |
| 7. Brejo da Madre de Deus - 2 | 21. Floresta - 2        | 35. Pesqueira - 1                | 49. Tacaratu - 1               |
| 8. Buíque - 1                 | 22. Frei Miguelinho - 2 | 36. Quipapá - 1                  | 50. Taquaritinga do Norte - 2  |
| 9. Cabrobó - 1                | 23. Garanhuns - 2       | 37. Recife - 4                   | 51. Toritama - 5               |
| 10. Cachoeirinha - 6          | 24. Gravatá - 7         | 38. Riacho das Almas - 5         | 52. Vertentes - 3              |
| 11. Calçado - 2               | 25. Ibimirim - 2        | 39. Sairé - 1                    | 53. Vitória de Santo Antão - 1 |
| 12. Camocim de São Félix - 4  | 26. Ibirajuba - 2       | 40. Sanharó - 3                  |                                |
| 13. Capoeiras - 1             | 27. Jucati - 1          | 41. Santa Cruz do Capibaribe - 8 |                                |
| 14. Carnaubeira da Penha - 2  | 28. Jupi - 1            | 42. Santa Maria do Cambucá - 5   |                                |

Fonte: A autora (2025).

Os respondentes estudam em cursos das mais variadas áreas, conforme a Tabela 1, o que mostra como a pesquisa foi abrangente. Como os cursos das áreas de “Ciências agrárias” e “Linguística, leturas e artes” não tiveram uma quantidade considerável de participantes, não se tomou nenhuma conclusão em relação a eles nas análises posteriores.

Tabela 1 - Quantidade de alunos por área do conhecimento do curso

Área	Frequência	%
Ciências agrárias	2	0,54%
Ciências da saúde	67	18,26%
Ciências exatas e da terra	58	15,80%
Ciências humanas	38	10,35%
Ciências sociais aplicadas	128	34,88%

Engenharias	72	19,62%
Linguística, letras e artes	2	0,54%
Total	367	100%

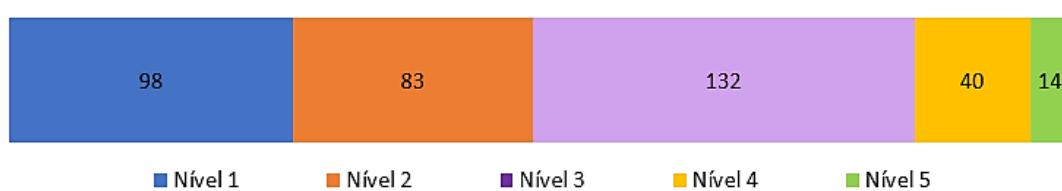
Fonte: A autora (2025).

Quanto à existência de disciplina que aborde diretamente educação ambiental, 42,51% afirmaram que existe no seu curso, 31,06% que não possui e 26,43% não sabiam informar. A inserção do tema sobre REEE na grade curricular do curso é fundamental para a disseminação do conhecimento. Vários trabalhos enfatizam sua importância, como Kaijage e Mtebe (2017), Kshetriya e Raghupathy (2023), Varghese e Sharma (2022) e Maposa et al (2022).

Os resultados mostraram que 39,78% dos estudantes de Caruaru comprariam um equipamento usado, remanufaturado ou recondicionado e 43,05% talvez comprariam. Apenas 17,17% não comprariam de forma alguma. Semelhantemente, no estudo realizado por Marques e Silva (2017), 60,6% dos alunos apresentam disposição em comprar dispositivos ecológicos. Outras pesquisas mostram que a mentalidade de comprar somente aparelhos novos é uma grande barreira no gerenciamento de REEE, pois reduz a demanda por aparelhos ecologicamente corretos (Mahanth et al., 2023). A utilidade e o alto custo são fatores citados pelos alunos que dificultam a compra desse tipo de dispositivo (Adeel et al., 2023).

Os estudantes foram questionados sobre o nível de conhecimento que acreditam ter sobre as práticas de manejo e descarte de EEE, e a maior parcela deles se considera num nível intermediário, estando 35,97% deles concentrados no nível 3, em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa que não conhece quase nada e 5 que conhece muito (Figura 8).

Figura 8 - Conhecimento sobre EEE declarado pelos estudantes

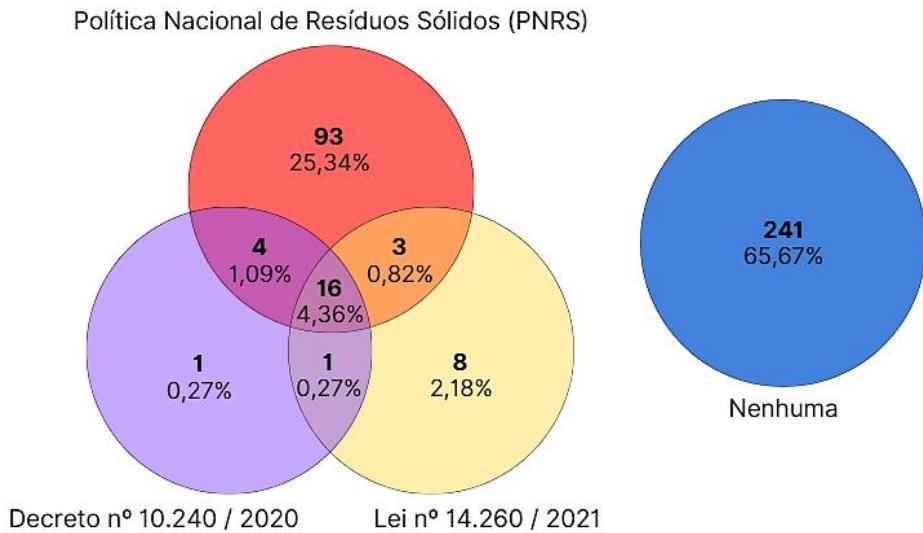


Fonte: A autora (2025).

Ainda no contexto de conhecimentos gerais, a maior parte da amostra sabe que os equipamentos eletrônicos contêm materiais valiosos e perigosos (88,28%) e também o que é um REEE (77,38%), o que mostra que eles detêm o conhecimento básico sobre o assunto. Outros estudos mostraram que isso é recorrente. Siddiqua et al. (2022) mostraram que apesar de muitos não mostrarem conhecimento prévio sobre iniciativas de coleta e reciclagem, a maioria possui conhecimento sobre a toxicidade do lixo eletrônico (67%). Além deste, há os estudos de D'almeida et al. (2021), onde 80% tinha conhecimento acerca da sua periculosidade e toxicidade, e Kaijage e Mtebe (2017), Kankanamge (2023) e Maposa (2021), com 89%, 80% 67,4% dos respondentes tendo esse conhecimento, respectivamente. Além disso, na pesquisa de Islam, Dias e Huda (2021), o conceito sobre o que é um lixo eletrônico e seus impactos é conhecido por 79% e 80,6% dos respondentes, respectivamente.

A fim de identificar qual o nível de familiaridade dos universitários com leis e decretos, escolheu-se três regulamentações importantes para o tema: a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010) que é o marco fundamental, a Lei nº 14.260/2021, que aborda sobre incentivos financeiros voltados à reciclagem e o Decreto nº 10.240/2020, que regulamenta o processo de logística reversa de eletrônicos no Brasil. A maior parte dos alunos não conhece nenhuma delas (65,67%), o que mostra que o debate sobre sustentabilidade e economia circular ainda não está totalmente incorporado na maioria dos cursos. Do total, 31,61% conhecem a PNRS, cujo destaque pode estar relacionado ao fato de ser política mais antiga e bem consolidada das três citadas, embora a quantidade de pessoas que a conhecem ainda é pequena. Apenas 7,63% conhecem a Lei nº 14.260/2021 e 5,99% o Decreto nº 10.240/2020. Uma pequena parcela de 4,36% conhece as três, como se vê na Figura 9.

Figura 9 - Conhecimento sobre regulamentações



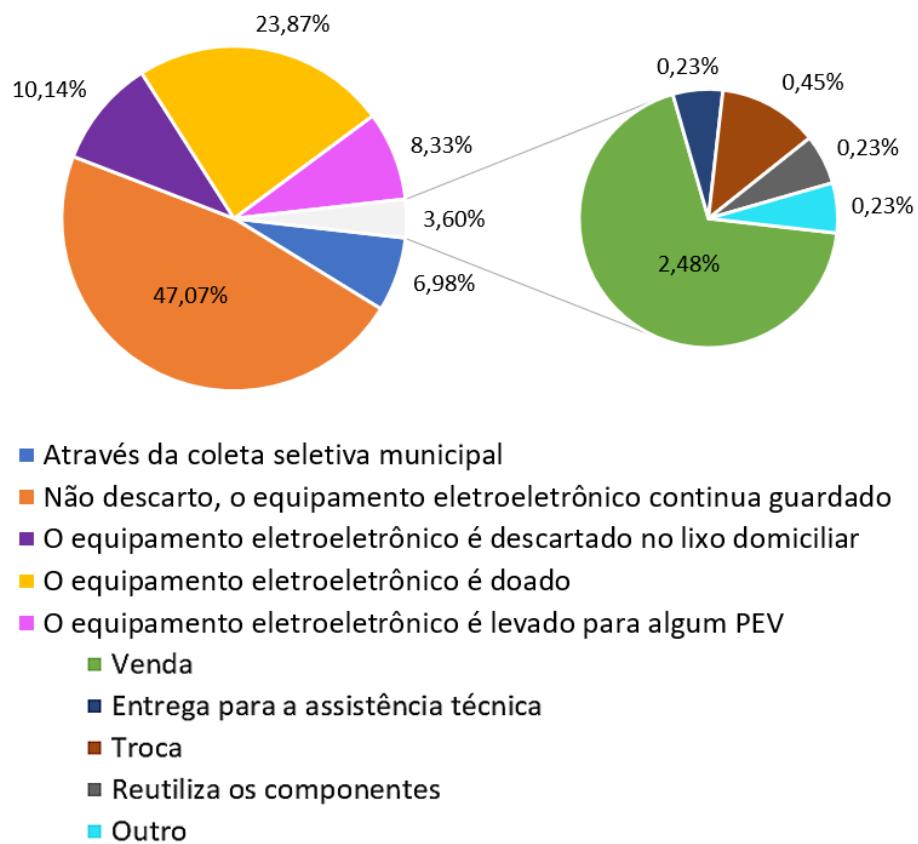
Fonte: A autora (2025).

Muitos outros estudos apontam a falta de conhecimento sobre as regulamentações ambientais e REEE. Na pesquisa de Deniz, Aydin e Kiraz (2019), apenas 17% sabiam sobre a existência das regulamentações. No estudo de Kshetriya e Raghupathy (2023), uma grande parcela de 81% não tem conhecimento de regulamentações. No trabalho de Marques e Silva (2017) essa parcela foi de 74,5% e no de Maphosa et al (2022), o desconhecimento das regulamentações foi relatado por 73,6% dos participantes. Dos 24 trabalhos da revisão sistemática, o único realizado no Brasil foi o de D’almeida et al. (2021), no qual 58% não conheciam a PNRS. Isso corrobora o fato de que a maioria das pessoas ainda não tem conhecimento suficiente sobre ela, o que deveria ser o oposto, principalmente pelo tempo em que ela está em vigor, já que foi publicada em 2010.

Além das regulamentações nacionais, os alunos também foram questionados sobre saber da existência de políticas públicas e/ou ações relativas ao descarte de REEE no município em que reside e a grande maioria disse que não (59,67%). Somente 7,08% afirmaram saber e o restante (33,24%) já ouviu falar, mas não conhece com profundidade. O baixo conhecimento sobre este tópico também ocorreu no estudo de Varghese e Sharma (2022), os quais apontam que apenas 29% dos participantes tinham conhecimento sobre alguma campanha de coleta de REEE no município. Este seria um exemplo de ação que poderia ser realizada em Caruaru-PE.

Quanto às formas de descarte (Figura 10), o mais comum entre os estudantes é manter o equipamento guardado ao invés de descartar, conforme afirmou uma parcela de 209 respondentes (56,95%). É importante mencionar que 18,26% das pessoas utilizam mais de um método para descartar seus aparelhos. Considerando que eles poderiam escolher múltiplas formas de descarte, totalizando separadamente 444 ocorrências, manter os aparelhos guardados representa 47,07% delas enquanto o descarte em pontos de coleta adequado representa uma pequena parcela de 8,33%. Quando à outras maneiras de descartar os EEE, os estudantes relataram ações como venda, troca, reutilização de componentes, etc.

Figura 10 - Formas de descarte mais comuns utilizadas pelos estudantes



Fonte: A autora (2025).

Manter o aparelho guardado é uma das principais práticas apontadas na literatura, muitas vezes sendo a principal. Na pesquisa de Arain et al. (2020), 42,8% dos respondentes mantém os aparelhos armazenados em casa após o desuso. No estudo de Deniz, Aydin e Kiraz (2019), 51,3% mantém os aparelhos em casa; no de Kankamamge (2023), mais de 75% têm essa prática; na pesquisa de Kaijage e Mtebe

(2017) são cerca de 42% das pessoas; na de Kshetriya e Raghupathy (2023) são uma parcela de 47,9% da amostra. Além disso, o descarte no lixo comum também ocorre em alta escala, como mostra Maphosa (2021), por exemplo, onde 63,4% dos entrevistados utiliza esta forma de descarte e também Arain et al. (2020), no qual a parcela é de 26% dos entrevistados. Assim como em Caruaru, a prática correta ocorre em uma escala bem menor. No estudo realizado por Tukimin, Anwar e Latif (2019), apenas uma pequena parcela de 15% realiza o descarte correto. Um valor menor ainda é mostrado em Varghese e Sharma (2022), onde somente 4% dos respondentes descarta em locais apropriados para estes resíduos.

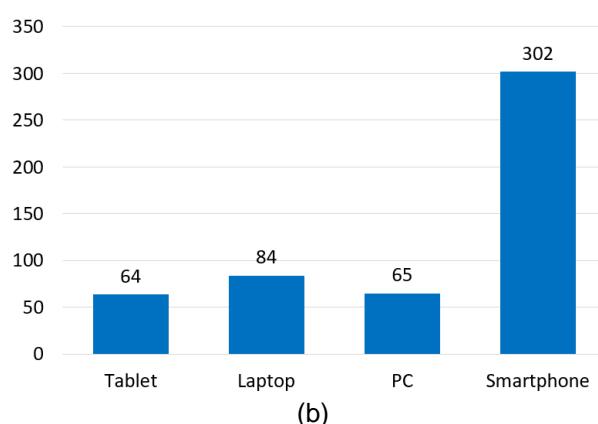
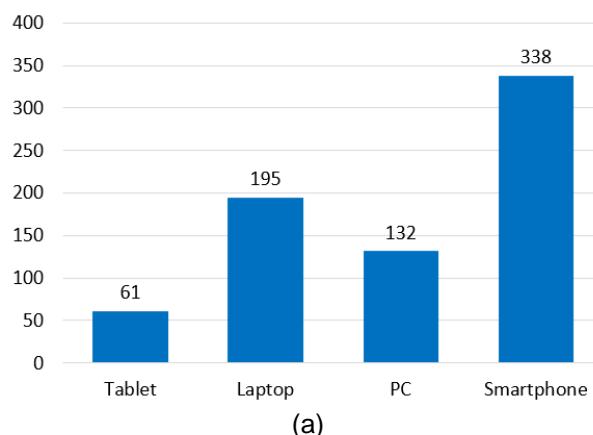
Os motivos que levam ao armazenamento são muitos. Tukimin, Anwar e Latif (2019) mostraram que a maior parte armazena os EEE em casa porque acredita que eles ainda podem ser utilizados no futuro. Já Kankanamge (2023) enfatizou que a falta de instalações adequadas e preocupações com a segurança (por parte de 61% dos respondentes) são fatores que dificultam o gerenciamento de lixo eletrônico. Além destes, Adeel et al. (2023) evidenciaram outros pontos como apego nostálgico, falta de conscientização e falta ou baixo retorno financeiro. No caso dos estudantes de Caruaru, esses fatores podem influenciar o fato de a maioria deles preferir manter os aparelhos em casa, embora não tenham sido questionados diretamente quando a isso.

Nesta pesquisa não foi investigada a quantidade de cada aparelho em uso, no entanto, perguntou-se quais os equipamentos utilizados para auxiliar os estudos (Figura 11a), e considerando que há pelo menos 1 sendo usado para cada resposta, há no mínimo 726, o que dá uma média de 1,98 (quase 2 dispositivos eletrônicos por pessoa). O smartphone se destaca como dispositivo mais utilizado com, no mínimo, 338 aparelhos, ou seja, 92,10% utilizam celular para estudos, seja sozinho ou com outros dispositivos. O grande uso dos celulares e laptops entre os universitários, até mesmo em outros países, fazem com que esses aparelhos sejam os mais estudados na literatura. Kankanamge (2023) mostrou que 98% e 96% dos respondentes na sua pesquisa possuem smartphones e laptops, respectivamente e enfatizou que 38% dos entrevistados trocam esses aparelhos devido à busca por dispositivos com maior capacidade de memória e maior velocidade de processamento. Semelhantemente no estudo de Kaijage e Mtebe (2017), uma parcela de 47% dos participantes possuía 3

ou mais dispositivos de TIC, sendo os principais o aparelho celular e computadores. Na pesquisa de Garcia-Vazquez et al. (2021), a maioria dos respondentes possuem entre 1 e 3 celulares sem uso, com uma média de 1,66 aparelhos por pessoa.

Além disso, há uma quantidade de 515 equipamentos fora de uso, com destaque para os smartphones, que representam 58,64% do total de aparelhos (Figura 11b). O estudo realizado por Oliveira Neto (2019) mostra que, para sua amostra de 380 pessoas da população geral de Caruaru, havia uma quantidade de 78 notebooks, 234 celulares, 52 computadores de mesa e 38 tablets fora de uso. Observa-se que as quantidades de cada equipamento neste estudo são maiores do que as obtidas por ele, o que sugere que o descarte de equipamentos eletroeletrônicos por parte de estudantes universitários é maior que o do restante da população do município.

Figura 11 - (a) Aparelhos para auxiliar os estudos; (b) Quantidade de equipamentos fora de uso armazenados em casa

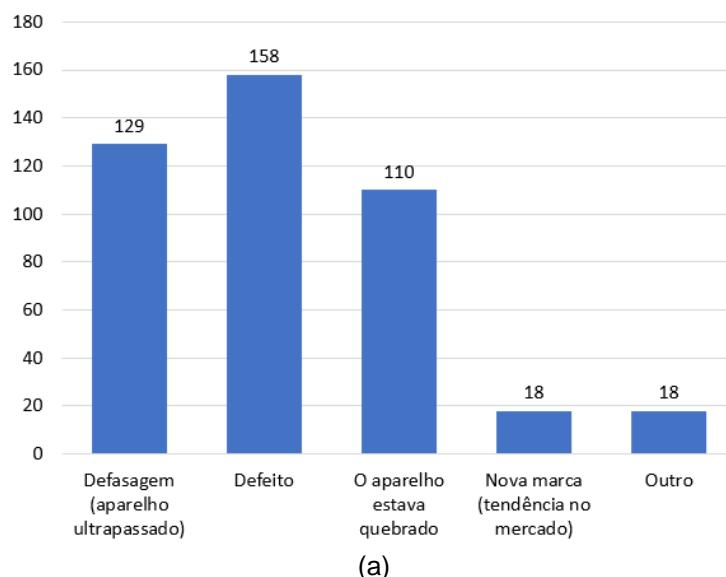


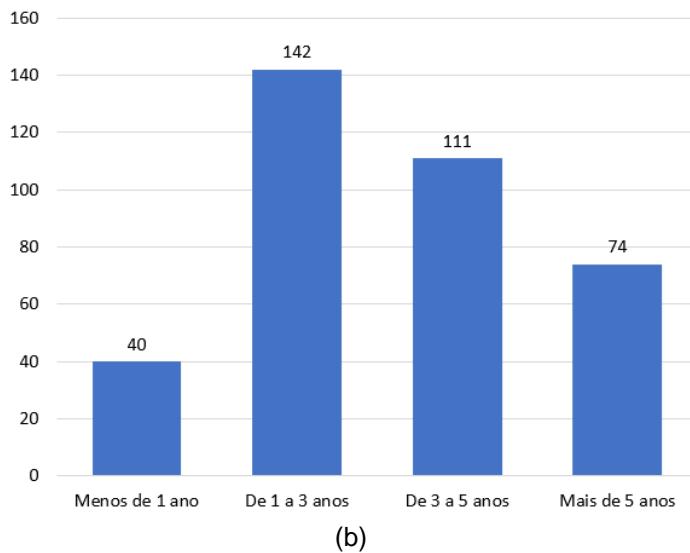
Fonte: A autora (2025).

Esse estoque de aparelhos é uma fonte que pode ser utilizada para reaproveitamento dos que ainda funcionam e também pode ser usado para reciclagem de componentes importantes. Nguyen, Lam e Huynh (2022), por exemplo, mostraram que os aparelhos descartados pelas pessoas em sua pesquisa, apresentam alto potencial de reutilização, onde 88,33% dos aparelhos em seu estudo tinha a possibilidade de ser reaproveitado com algum reparo e 2,33% podem ser reutilizados diretamente. Já Pierron et al. (2017) mostraram que os aparelhos possuem um alto potencial econômico que muitas vezes não é devidamente explorado, uma vez que são frequentemente estocados ou descartados no lixo comum.

Foram investigados também os motivos mais comuns pelos quais os respondentes realizam a troca ou que fazem com que o EEE entre em desuso, podendo ser armazenados ou não, e o tempo médio de uso até o descarte. Sendo que, em ambas perguntas, as pessoas podiam marcar mais de uma opção. A Figura 12a deixa claro que os 3 principais motivos são defeito (36,49%), defasagem (aparelho ultrapassado) (29,79%) e fato do aparelho estar quebrado (25,40%). Quanto ao tempo de uso (Figura 12b), em 68,94% dos casos as pessoas utilizam os aparelhos por uma média de 1 a 5 anos.

Figura 12 - (a) Motivos que levam ao descarte; (b) Tempo médio de uso até o descarte.



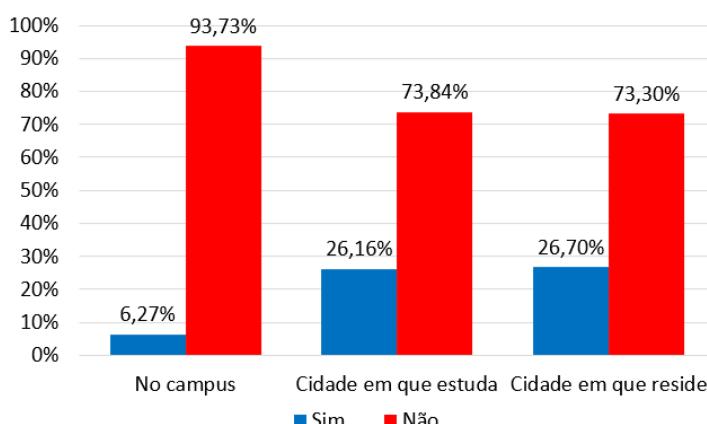


Fonte: A autora (2025).

O tempo de uso dos dispositivos está dentro da faixa que se encontra na literatura. Na pesquisa de Islam, Dias e Huda (2021), o laptop, por exemplo, que foi o aparelho mais usado na pesquisa deles, foi utilizado por 4,31 anos em média. E Nguyen, Lam e Huynh (2023) revelam que, para sua amostra, a vida útil real dos laptops foi de 5,28 anos.

Entre os estudantes de Caruaru, um número muito pequeno de alunos tem conhecimento da existência de Pontos de Entrega Voluntária seja no campus (6,27%), na cidade que estuda (26,16%) ou no município que reside (26,70%). A Figura 13, mostra a discrepância entre conhecer ou não.

Figura 13 - Conhecimento sobre a existência de PEVs



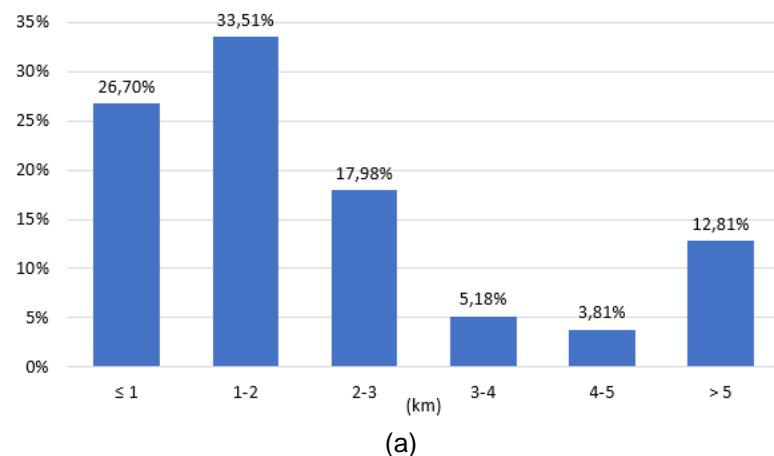
Fonte: A autora (2025).

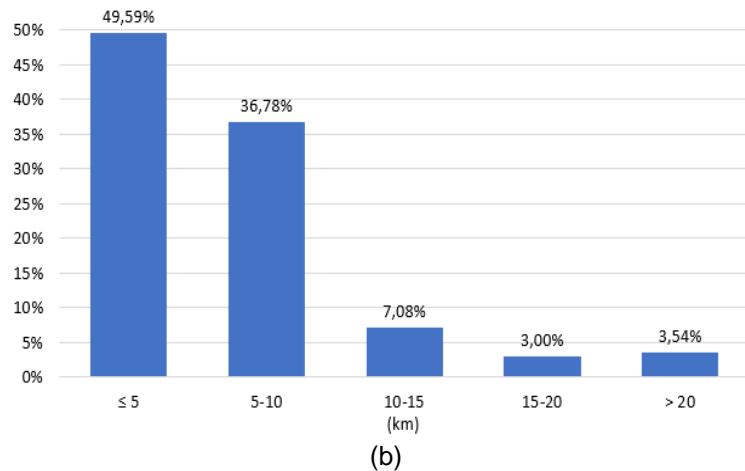
De maneira semelhante, D’almeida et al. (2021), em sua pesquisa, evidenciaram que 83% das regiões onde os respondentes residem não tinham ponto de coleta de REEE e apenas 10% das pessoas tinham conhecimento de empresas que realizem coleta destes resíduos. No estudo de Deniz, Aydin e Kiraz (2019), apenas 27,3% já viram contêineres de reciclagem de REEE. Também, no trabalho de Maposa (2021), 92,6% relataram a falta de pontos de coleta apropriados.

É importante observar que alguns estudantes responderam que conhecem a existência de PEVS onde residem ou no campus, mesmo que seja uma quantidade muito pequena de pessoas, o que indica de provavelmente esses locais existem, mas eles podem estar em locais de pouca circulação ou não são divulgados o suficiente. Isso aconteceu no estudo de Islam, Dias e Huda (2021), o qual mostra que instalações de descarte e programas de reciclagem são desconhecidos por grande parte dos consumidores, onde uma parcela de 57,3% não sabia da existência de pontos de entrega voluntária de REEE. No entanto, depois de buscas realizadas por eles próprios influenciados pelos autores, 60,1% deles encontraram pontos próximos, ou seja, eles existiam.

Ainda no contexto das instalações para descarte correto, a maior parte dos estudantes só se deslocaria no máximo 2 km a pé e 5 km com algum veículo para depositar o REEE em um Ponto de Entrega Voluntária, representando uma parcela de 60,22% e 49,59%, respectivamente, conforme mostra a Figura 14.

Figura 14 - Distâncias que os alunos se deslocariam até um PEV (a) a pé; (b) com veículo





Fonte: A autora (2025).

A literatura corrobora essa baixa disposição em se deslocar para realizar o descarte adequado. Segundo Arain et al. (2020), a distância aos locais de descarte e reciclagem são fatores que influenciam as decisões dos consumidores.

### **5.2.2 Associações entre variáveis**

A análise revelou várias associações entre as variáveis estudadas no questionário, mas como muitas foram de intensidade fraca então elas não foram estudadas profundamente, com a ênfase sendo dada aos resultados com associações moderadas, segundo os critérios definidos na metodologia.

De modo geral, observou-se que o comportamento do estudante universitário de Caruaru quanto ao manejo e descarte de equipamentos eletroeletrônicos e seus resíduos se deve, principalmente, à influência do ambiente acadêmico, ao conhecimento sobre a infraestrutura de descarte e ao papel da renda familiar no ciclo de consumo e descarte de aparelhos.

Nos textos subsequentes, o termo “Resíduo” se refere ao resíduo padronizado, conforme explicado na metodologia, onde se destacaram alguns dos resíduos mais importantes. A fim de evitar confusão, deve-se saber que quando se diz que um resíduo foi “maior (ou menor) que o esperado” significa que os valores observados (que é a frequência absoluta) para aquela célula na tabela de contingência são diferentes do que se teria se as variáveis não tivessem nenhuma associação, o que sugere uma contribuição importante para a associação geral. Ou seja, dizer que um

valor é “esperado” se refere aos cálculos estatísticos realizados e não a uma expectativa prévia do pesquisador.

### **5.2.2.1 Formação e infraestrutura de descarte**

As associações entre variáveis relativas à formação dos estudantes e aos pontos de entrega voluntária estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Associações estatisticamente significativas de intensidade moderada quanto à formação, conhecimento e utilização de PEV

Variáveis	Teste	Valor	P-valor	Força
Área do conhecimento x Existência de disciplina de Educação Ambiental no curso	Exato de Fisher	-	<0,001	0,321 <sup>b</sup>
Existência de disciplina de Educação Ambiental no curso x Conhecimento sobre a PNRS	Qui-Quadrado	22,1 <sup>a</sup>	<0,001	0,245 <sup>b</sup>
Saber da existência de PEV no município de estudo x Descarte em ponto de coleta adequado	Exato de Fisher	-	<0,001	0,213 <sup>b</sup>
Saber da existência de PEV no município de residência x Descarte em ponto de coleta adequado	Exato de Fisher	-	<0,001	0,350 <sup>b</sup>

a - Qui-Quadrado ( $\chi^2$ )

b - V de Cramer

A autora (2025).

Os dados mostram que a área do conhecimento do estudante se associa à presença (ou à ausência) de disciplina de educação ambiental no curso com intensidade moderada (V de Cramer = 0,321), com um destaque para as Engenharias, para as quais 84,70% dos alunos desta área têm certeza da presença de alguma disciplina deste tipo na grade curricular, que é mais do que se esperaria caso não houvesse relação entre as variáveis (Resíduo = +8,082). Já os cursos de Ciências Sociais Aplicadas apresentaram o oposto (28,90%), com um valor menor que o esperado em caso de independência (Resíduo = -3,857). Somente 38,80% dos estudantes da saúde tinham certeza da existência de alguma disciplina que aborde diretamente educação ambiental, mas isso está dentro do esperado estatisticamente, já que os resíduos não apresentaram valor fora do intervalo de  $|Z|>1,96$ .

No estudo de Adeel et al. (2023), os estudantes de ciência da computação e engenharia também mostraram maior nível de conscientização que os demais. Em

Garcia-Vazquez et al. (2021), os estudantes de engenharia apresentaram um comportamento de reciclagem maior que estudantes de ciências sociais, com uma taxa de 57,7%. E em Kshetriya e Raghupathy (2023), que realizaram um estudo com 188 estudantes da área da saúde na Índia, os estudantes de cursos de saúde apresentam um baixo conhecimento sobre gerenciamento de lixo eletrônico.

Para os estudantes de Caruaru, a existência de disciplina voltada à educação ambiental se conecta também a um maior conhecimento sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) ( $V$  de Cramer = 0,245), onde 44,90% dos estudantes que a possuem no seu curso conhecem a PNRS (Resíduo = +4,70). Com a existência de disciplina ambiental na grade, a proporção dos que conhecem a PNRS é cerca de 2,05 vezes maior, uma vez que apenas 21,90% dos que não a possuem conhecem a PNRS, com um resíduo igual a -2,68.

Também se observou que saber da existência de PEVs se associa moderadamente ao descarte adequado. Cerca de 20,80% dos que conhecem um PEV na cidade que estuda ( $V$  de Cramer= 0,213) descartam em ponto de coleta próprio de REEE, em contraste com 6,3% que não conhecem. Essa relação é ainda mais forte quando se observa a cidade em que o aluno mora ( $V$  de Cramer= 0,350), onde 27,60% dos que sabem que os PEVs existem descartam adequadamente, em oposição a apenas 3,7% dos que desconhecem. Os dados indicam que saber da presença de infraestrutura de descarte no município em que estuda e onde reside aumenta em mais de 3 e 7 vezes, respectivamente, a proporção de fazer o descarte corretamente. No entanto, nota-se aqui uma lacuna entre conhecimento-ação, pois mesmo sabendo da existência de PEVs na cidade que estuda ou na que reside, a grande maioria (79,20% e 72,4%, respectivamente) não faz o descarte adequado, revelando que a informação por si só não é suficiente para a ação.

Isso não acontece apenas no Brasil. No trabalho realizado por Tukimin, Anwar e Latif (2019), que estudaram o comportamento de 370 estudantes na Malásia, apenas uma pequena parcela de 15% realiza o descarte correto pois não conhecem pontos de entrega voluntária. No estudo de Kankamge (2023), com 425 universitários no Sri Lanka, uma pequena parcela de 18,6% das pessoas já levou o REEE em algum coletor adequado e somente um pouco mais da metade (58%) estaria disposto a levar o dispositivos em algum desses coletores.

### 5.2.2.2 Padrões de consumo e descarte

A renda familiar foi o principal propulsor do ciclo de consumo e descarte de REEE. Ela foi quantificada em “salários mínimos” e devido à grande quantidade de vezes em que esse termo aparece no texto, ele foi abreviado para “SM”. Pelo mesmo motivo preferiu-se a utilização dos sinais matemáticos em “< 1SM” e “> 6M” para designar que as faixas “Abaixo de 1 SM” e “Acima de 6 SM”, respectivamente.

A Tabela 3 mostra as relações entre a renda e o número de tipos de aparelhos (entre smartphone, tablet, laptop e PC) que os estudantes utilizam para auxílio nos estudos e a quantidade de aparelhos fora de uso armazenados em suas casas (que poderia ser mais de 1 para cada um dos 4 tipos de aparelho).

Tabela 3 - Associações estatisticamente significativas de intensidade moderada sobre o número de aparelhos em uso e desuso

Variáveis	Teste	Valor	P-valor	Força
Renda Familiar x Nº de aparelhos utilizados para estudo	Kruskal-Wallis	33,8 <sup>a</sup>	<0,001	0,0924 <sup>c</sup>
Renda familiar x Utilização de tablet para estudos	Qui-Quadrado	15 <sup>b</sup>	0,01	0,202 <sup>d</sup>
Renda familiar x Utilização de laptop para auxiliar os estudos	Qui-Quadrado	17,6 <sup>b</sup>	0,004	0,219 <sup>d</sup>
Renda Familiar x Nº de aparelhos fora de uso	Kruskal-Wallis	23,3 <sup>a</sup>	<,001	0,0636 <sup>c</sup>

a - Estatística H

b - Qui-Quadrado ( $\chi^2$ )

c – Épsilon-Quadrado ( $\epsilon^2$ )

d - V de Cramer

*Obs.: Os resultados da aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk para as variáveis “Nº de aparelhos utilizados para estudo” e “Nº de aparelhos fora de uso” encontram-se no Apêndice B.*

A autora (2025).

A influência da faixa de renda no número de aparelhos diferentes em uso tem efeito moderado ( $p<0,001$ ;  $\epsilon^2 = 0,0924$ ). A análise de comparações múltiplas pelo método Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF) mostrou que os extremos das faixas de renda apresentam maiores diferenças (comparando < 1 SM e 1-2 SM com > 6 SM:  $p < 0,001$  e  $p=0,001$ , respectivamente). Observa-se que 46,7% dos que possuem renda de mais de 6 SM utilizam 3 ou 4 dispositivos distintos enquanto a faixa de menor renda (< 1 SM) geralmente usa apenas um, além de que 87,20% deles utilizam no máximo 2. A utilização de equipamentos específicos como tablets (V de Cramer =

0,202; Resíduo = +3,078 para > 6 SM, indica um valor maior que o esperado sob independência) e laptops (V de Cramer= 0,219; Resíduo = +2,594 para 4-6 SM e +2,314 para >6 SM), também é mais frequente em faixas de renda mais alta. Uma parcela de 36,70% de estudantes com mais de 6 SM utilizam tablets e 73,30% usam laptops, enquanto para a faixa menor que 1 SM as porcentagens são de 10,30% e 39,70%, respectivamente. Islam, Dias e Huda (2021), em sua pesquisa, também observaram que os participantes de renda mais alta possuem mais aparelhos, onde, em relação aos laptops, as faixas de renda mais alta (>\$ 156.000,00/ano ≈ R\$ 842.680,80/ano) tem 5 ou mais laptops na família (com 5 ou mais membros) em uso.

A quantidade de aparelhos fora de uso em casa também teve uma intensidade moderada quando investigada a influência da renda ( $p<0,001$ ;  $\varepsilon^2 = 0,0636$ ), havendo desde pessoas que não tem nenhum aparelho sem uso, como pessoas que possuem 13. Da mesma forma que o consumo de aparelhos, o estoque em desuso também foi maior para os indivíduos do grupo de renda superior a 6 SM. As comparações múltiplas mostraram que este grupo acumulou significativamente mais aparelhos do que as outras faixas de renda (comparando >6 SM com < 1 SM e 1-2 SM:  $p < 0,001$ ; 2-3 SM:  $p = 0,038$ ; e 4-6 SM:  $p = 0,023$ ). O grupo de renda <1SM tem a menor quantidade per capita, já as outras faixas não mostraram diferenças significativas entre si. A Tabela 4 mostra o estoque médio individual por faixa de renda.

Tabela 4 – Estoque individual médio de dispositivos eletroeletrônicos fora de uso

<b>Faixa de renda</b>	<b>Nº de alunos</b>	<b>Nº de aparelhos fora de uso</b>	<b>Média por indivíduo</b>
Abaixo de 1 SM	78	75	0,96
Entre 1-2 SM	129	167	1,29
Entre 2-3 SM	64	99	1,55
Entre 3-4 SM	34	45	1,32
Entre 4-6 SM	32	37	1,16
Acima de 6 SM	30	92	3,07
<b>Total</b>	<b>367</b>	<b>515</b>	<b>-</b>

A autora (2025).

Nota-se que o estoque individual não cresce linearmente, variando entre valores próximos a 1 e 1,5 para as faixas inferiores a 6 SM, com uma média maior para a faixa de 6 salários mínimos que foi de 3,07 aparelhos por pessoa. Ao analisar

mais detalhadamente os extremos, observa-se que enquanto na faixa de renda <1 SM, o mais frequente é não ter aparelhos estocados (46,2%) ou ter apenas um (34,60%), que corresponde a 80,80% dos indivíduos deste grupo, para a renda superior a 6 SM o comportamento padrão é ter dois ou mais dispositivos estocados, representando uma parcela de 63,40%, enquanto a quantidade de alunos com somente um aparelho armazenado ou nenhum cai para 23,3% e 13,30%, respectivamente.

As associações relativas às formas e motivos do descarte e estoque de aparelhos estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 - Associações estatisticamente significativas de intensidade moderada sobre os motivos de desuso e/ou troca e estoque de EEE

Variáveis	Teste	Valor	P-valor	Força
Renda Familiar x Desuso e/ou troca por defasagem (aparelho ultrapassado)	Exato de Fisher	-	<0,001	0,205 <sup>b</sup>
Renda familiar x Desuso e/ou troca de smartphone por defasagem (aparelho ultrapassado)	Qui-Quadrado	40,7 <sup>a</sup>	<0,001	0,333 <sup>b</sup>
Manter EEEs guardados x Desuso e/ou troca de aparelhos por defeito	Exato de Fisher	-	<0,001	0,294 <sup>b</sup>
Manter EEEs guardados x Desuso e/ou troca de aparelhos por estar quebrado	Exato de Fisher	-	0,001	0,203 <sup>b</sup>

a - Qui-Quadrado ( $\chi^2$ )

b - V de Cramer

A autora (2025).

Foi observado uma relação estatisticamente significativa de intensidade moderada entre manter o aparelho guardado e o motivo de desuso e/ou troca por estarem com defeito (V de Cramer = 0,294) ou quebrados (V de Cramer = 0,203). Dentre as pessoas que os mantém guardados, 41,1% alegaram que o motivo foi por defeito e 29,7% que foi por estar quebrado, para pelo menos um dispositivo. Embora tenha sido encontrado um p-valor <0,05 entre manter EEEs guardados e o desuso e/ou troca por defasagem (aparelho ultrapassado), ela foi fraca (V de Cramer = 0,184), mas por ser o segundo motivo mais frequente para desuso e/ou troca no geral, faz-se importante mencioná-lo. Das pessoas que deixam os EEE em desuso armazenados em casa, 31,1% o fazem por ele estar ultrapassado (defasagem). Vale lembrar que as pessoas podiam alegar mais de um motivo para o mesmo aparelho, sendo assim as porcentagens referentes a defeito, estar quebrado, defasagem e outros motivos não são complementares, logo elas não devem necessariamente somar 100%.

Em Caruaru, foi constatado que, embora a defasagem não seja o principal motivo de descarte no geral, ela se associa à renda ( $V$  de Cramer = 0,205), sendo mais utilizada nos grupos de maior poder aquisitivo do que nos de renda mais baixa. Foi observado que 87,2% dos alunos com menos de 1 SM nunca descartam um aparelho por estar ultrapassado (Resíduo = +2,654, mais que o esperado se não houvesse relação). Esse número vai caindo a medida que a renda aumenta, chegando em 33,3% para aqueles com > 6 SM de renda (Resíduo = -5,657, menos que o esperado). Em especial, essa prática é intensa com os smartphones ( $V$  de Cramer = 0,333), onde a proporção de descarte por defasagem vai de 9% para renda menor que 1 SM (Resíduo = -2,447), para 60% no grupo de maior renda (>6 SM) (Resíduo = +6,101). Semelhantemente, Kankamamge (2023) enfatiza em sua pesquisa que os grupos de renda mais alta (>100.000 LKR ≈ R\$ 1757,07) tendem a substituir um celular pelo fato de estar ultrapassado.

### **5.2.3 Considerações sobre as associações fracas**

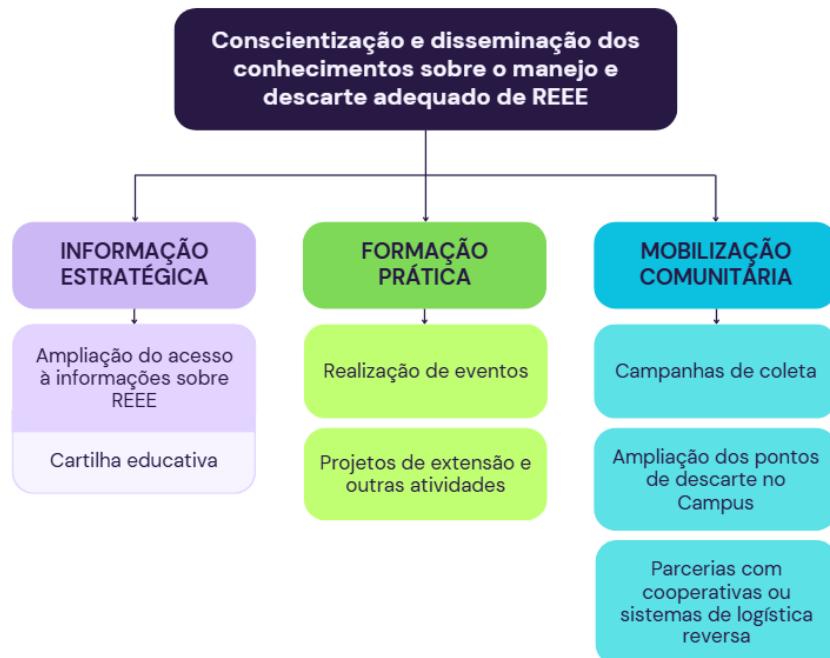
A ausência de associações mais fortes é também um resultado importante. Certas variáveis, como a disposição para comprar produtos usados, remanufaturados ou recondicionados teve uma conexão fraca com a renda familiar ( $\chi^2 = 20,3$ ;  $p=0,026$ ;  $V$  de Cramer = 0,166), com o conhecimento sobre a PNRS ( $\chi^2 = 7,8$ ;  $p=0,02$ ;  $V$  de Cramer = 0,146) e com a área de conhecimento (Fisher:  $p=0,007$ ;  $V$  de Cramer = 0,181). Isso deixa claro que o comportamento de manejo e descarte de REEE dos estudantes universitários é multifatorial e embora o estudo tenha abordado variáveis chave para o entendimento do tema, como conhecimento e renda, outros fatores relevantes podem não ter sido considerados aqui, como a influência do semestre que o estudante está ou o nível de preocupação com a segurança de dados pessoais, por exemplo.

## **5.3 DA CONSCIENTIZAÇÃO À MUDANÇA COMPORTAMENTAL**

É notório que as instituições de ensino superior possuem grande influência na disseminação de conhecimentos, não somente dentro do seu espaço físico, mas também para o restante da sociedade através das informações passadas para os

estudantes, que consequentemente as levarão para outras pessoas, direta ou indiretamente. Por esse motivo, a estrutura conceitual da Figura 15 foi devolvida para auxiliar a conscientização sobre o tema dos REEE no contexto universitário, partindo da informação, seguida pela formação e mobilização comunitária.

Figura 15 - Estrutura conceitual para ação



A autora (2025).

O primeiro eixo é o da Informação Estratégica, na qual se reconhece o fato de que o maior problema não é a falta de conhecimento, mas sim o *gap* conhecimento-ação. Foi mostrado anteriormente na seção de Resultados e Discussão, que neste e também na maior parte dos outros estudos a maioria dos alunos sabem a definição de REEE e sua composição, mas isso nem sempre ocorre, e medidas deve ser tomada para o grupo que ainda carece dessas informações. No entanto, além de promover a informação sobre o conhecimento básico para aqueles que desconhecem esses pontos, deve-se focar também na recategorização do resíduo, de modo a vencer a inércia de ação, uma vez que equipamentos fora de uso em casa, mesmo que ainda funcionem também são resíduos. Para auxiliar na divulgação dessas informações foi criada uma cartilha educativa, em linguagem clara e acessível de modo que possa ser útil tanto para o meio estudantil quanto para a comunidade de modo geral.

O segundo eixo é o da Formação Prática, que engloba ações para serem implantadas dentro da própria instituição com o propósito de favorecer a disseminação da informação e até mesmo divulgar a cartilha desenvolvida. Esse tópico é amplamente abordado na literatura. Tukimin, Anwar e Latif (2019) apontam que pode ser realizada a criação de programas que promovam a integração entre a gestão da instituição, os alunos e organizações estudantis. Varghese e Sharma (2022), por exemplo, propõem a realização de atividades de extensão em escolas e faculdades, com divulgação de vídeos, pôsteres, panfletos etc. A aplicação de ações educacionais pode aumentar esse conhecimento, como ocorreu no trabalho de Angelaki et al. (2024), que no qual foram realizadas duas palestras de 2h cada, abordando temas como sustentabilidade, reciclagem de REEE etc, para alunos de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), em uma universidade na Grécia. Os resultados mostraram que antes das palestras, a maioria dos estudantes (51,90%) nunca tinha ouvido falar do termo lixo eletrônico, enquanto 32,70%, apesar de terem ouvido, não tinham consciência do que era, e apenas 15,40% sabiam algo sobre o tópico. Após a realização das palestras, o conhecimento sobre reciclagem subiu de 3,57 para 4,40, de acordo com o índice que foi criado para medir essa evolução. Semelhantemente, a intenção de reciclar também melhorou, indo de 4,69 para 5,61, o que foi bastante positivo. Assim, em Caruaru, as instituições podem promover ações como essas, bem como a realização de seminários, minicursos, oficinas, workshops, etc., garantindo que a capacitação para a ação se espalhe por toda a comunidade acadêmica.

Em terceiro lugar está a Mobilização Comunitária. Como as instituições são locais que os alunos visitam frequentemente, é mais prático a ampliação da instalação de PEVs no campus em locais de fluxo máximo, do que nas cidades que o estudante estuda ou reside, de modo que o esforço que ele deve fazer seja reduzido já que a IES é um local que ele visita com frequência. Essa infraestrutura pode ser implementada gradualmente, começando com instalação de PEVs para a coleta de pilhas e baterias. Os cursos com os quais o tema se relaciona mais fortemente, como engenharias e cursos de TI, podem promover a organização de eventos de coleta no campus, o que encontra respaldo na literatura. Saldaña-Durán e Messina-Fernández (2021), por exemplo, implementaram com estudantes no México um projeto para coleta seletiva chamado Recyclatron, no qual participaram ativamente estudantes de engenharia. O projeto apresentou resultados ambientais positivos coletando uma

massa de 28.836 kg de REEE nas suas 4 edições, evitando assim que os REEE fossem descartados incorretamente em aterros.

Outra sugestão dentro do eixo da Mobilização Comunitária seria a realização de campanhas de conscientização abertas a toda a população e também a formação de parcerias com cooperativas ou empresas que trabalham com logística reversa de REEE já existentes. A integração e beneficiamento da sociedade é importantíssima para a economia circular. Sánchez-Carracedo e López (2021), por exemplo, instituíram o UPC-Reutiliza, um Programa de Reutilização de Computadores pela *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC), que promove conscientização ambiental e valores sociais através da reutilização e doação de aparelhos para organizações sem fins lucrativos, no qual 359 entidades foram beneficiadas em 29 países, desde seu início em 2004. Ao todo 5200 alunos já participaram, adquirindo habilidades técnicas, profissionais, sociais e ambientais. Por meio desse programa, estima-se que a vida útil aumenta em 2,5 anos para os laptops e 3 anos para PCs.

Além das intervenções citadas, outras também reforçam o sucesso que tais ações tem no aumento da conscientização dos estudantes como é o caso de Osorio-Carrozama e Llerena-Izquierdo (2022), numa pesquisa realizada com 100 estudantes da engenharia no Equador, a qual mostra que a apresentação de técnicas diversas de reciclagem tecnológica permite uma melhor distinção do REEE como possuidor de valor e não como lixo, proporcionando um maior compromisso com o gerenciamento adequado de resíduos eletrônicos.

É importante salientar que o município de Caruaru é conhecido por seu excelente ensino e é um polo estudantil que abrange estudantes de todo o estado. Devido à importância das instituições de ensino superior para toda a região, a introdução gradual de algumas dessas ações, simples, mas significativas, pode servir como base para a construção de um programa mais robusto de gestão, gerenciamento, consciência ambiental e disseminação de conhecimentos para o restante da sociedade.

## 6 CONCLUSÃO

O gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é um grande desafio na atualidade. Essa classe de resíduos só cresce a cada ano, sendo imediata a implementação de ações para o seu gerenciamento, sobretudo entre os estudantes universitários, que são grandes usuários deste tipo de produto. Esta pesquisa se propôs a revelar as lacunas existentes quanto aos conhecimentos sobre o manejo e descarte de REEE neste grupo da população para o município de Caruaru-PE.

O estudo revelou que o estudante universitário, em sua maioria, detém certo conhecimento básico sobre a definição de REEE e sua composição influenciado pelo ambiente acadêmico. No entanto, a disposição para comprar produtos usados ou o conhecimento de certas regulamentações importantes, até mesmo da Política Nacional de Resíduos Sólidos, ainda é baixo, já que a cultura dominante instaurada ainda é a da aquisição de produtos novos e do posterior armazenamento ou descarte de fato, e não a da economia circular.

A renda familiar foi a principal variável responsável pelos padrões de consumo e descarte, onde os estudantes de renda mais alta tendem a utilizar uma variedade maior de dispositivos para estudos, e os que possuem mais de 6 salários-mínimos, em especial, possuem um estoque médio de REEE maior que os alunos pertencentes as demais faixas de renda. Além disso, constatou-se que os universitários têm um estoque de aparelhos maior que a população geral do município e que os motivos mais comuns que levam ao desuso e/ou troca de EEE são defeito, quebra e obsolescência (defasagem).

Embora a grande maioria dos universitários de Caruaru não conheça nenhum ponto de entrega voluntária de eletroeletrônicos, foi mostrado que mesmo se soubesse da existência de algum, uma grande parcela deles não se deslocaria mais que 2 km a pé e 5 km com veículo. Sendo assim, a inclusão de disciplinas de educação ambiental na grade curricular dos cursos pode beneficiar a propagação de conhecimentos mais específicos sobre os REEE, como legislação e localização de infraestrutura de descarte e reciclagem apropriadas, por exemplo. Entretanto a informação, por si só, não é suficiente para a ação correta.

As implicações desta pesquisa sugerem a necessidade de uma mudança de paradigma nas estratégias de gestão de REEE no que se refere ao contexto acadêmico, para o qual campanhas focadas exclusivamente na conscientização sobre as definições básicas e sobre os perigos do descarte incorreto tem eficácia limitada uma vez que os estudantes, em sua maioria, já detêm esse conhecimento. Como a principal barreira é a inercia comportamental quanto ao descarte, as estratégias devem ser pautadas de modo a se alinhar com o comportamento real do consumidor, focando tanto na Informação Estratégica, Formação Prática e Mobilização Comunitária, com a criação de projetos, ações e programas, de modo a promover o desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento de habilidades técnicas e sociais nos alunos.

As IES são fundamentais no desenvolvimento e auxílio de ações que garantam o aumento de conscientização. Vale lembrar que os indivíduos que são estudantes hoje serão no futuro os criadores de novas políticas públicas, como os estudantes de direito e administração, por exemplo; serão os formadores de novas consciências como os futuros professores; também podem ser os criadores de novos produtos como os que se formarão em engenharias, dentre muitos outros exemplos. Ou seja, eles levarão o conhecimento adquirido para a comunidade externa aos muros das instituições de ensino superior das quais fazem parte, reforçando ainda mais a importância desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

**ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica.** Brasília: 2013.

**ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16156 Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos-Requisitos para atividade de manufatura reversa.** Rio de Janeiro: 2013.

ACAUAN, L.V.; ABRANTES, C.V.; STIPP, M.A.C.; TROTTE, L.A.C.; PAES, G.O.; QUEIROZ, A.B.A. Utilização do software iramuteq® para análise de dados qualitativos na enfermagem. **REME-Revista Mineira de Enfermagem**, v. 24, n. 1, 16 out. 2020.

ADEEL, S.; NAYAB, A.; QURESHI, M.U.; CHANNA, K.A. University students' awareness of e-waste and its disposal practices in Pakistan: a construction of the conceptual framework. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 25, n. 4, p. 2457–2470, 1 jul. 2023.

AFONSO, J.C. Waste electrical and electronic equipment: The Anthropocene knocks on our door. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1849–1897, 1 nov. 2018.

**AGÊNCIA EUROPEIA DO MEIO AMBIENTE. Supply risk evolution for critical raw materials.** Copenhagen: EEA, 2025. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/circularity/thematic-metrics/materialsandwaste/evolution-of-eu-raw-materials-supply-risk>. Acesso em: 15 de ago. de 2025.

**AGRESTI, A. An Introduction to Categorical Data Analysis Second Edition.** 2. ed. Hoboken: John Wiley e Sons, Inc., 2007.

AGUILAR-BAROJAS, S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. **Salud en Tabasco**, v. 11, n. 1–2, p. 333–338, 2005.

ANGELAKI, M.E.; BERSIMIS, F.; KARVOUNIDIS, T.; DOULIGERIS, C. Exploring the Awareness Outcomes of Educating ICT Students on the Environmental Implications of e-Waste Recycling and Energy Consumption in Data Centers. **IEEE Transactions on Education**, v. 67, n. 1, p. 143–152, 1 fev. 2024.

ARAIN, A.L.; PUMMILL, R.; ADU-BRIMPONG, J.; BECKER, S.; GREEN, M.; ILARDI, M.; VAN DAM, E.; NEITZEL, R.L. Analysis of e-waste recycling behavior based on survey at a Midwestern US University. **Waste Management**, v. 105, p. 119–127, 15 mar. 2020.

BABBITT, C.W.; GAUSTAD, G.; FISHER, A.; CHEN, W.Q.; LIU, G. **Closing the loop on circular economy research: From theory to practice and back again. Resources, Conservation and Recycling**, Elsevier B.V., , 1 ago. 2018.

BALASSIANO, A.W.; BOKOS, A.V.M. Matérias-primas críticas e seus impactos nas cadeias globais de valor: análise das matérias-primas críticas e as estratégias

adotadas pelo brasil e seus parceiros comerciais. **Revista de Direito do Comércio Internacional**, n. 6, 2024.

BALDÉ, C.P.; KUEHR, R.; YAMAMOTO, T.; MCDONALD, R.; ALTHAF, S.; BEL, G.; DEUBZER, O.; FERNANDEZ-CUBILLO, E.; FORTI, V.; GRAY, V.; HERAT, S.; HONDA, S.; IATTONI, G.; KHETRIWAL, D.S.; LUDA DI CORTEMIGLIA, V. **The Global e-waste monitor 2024**. International Telecommunication Union (ITU) e United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). Geneva/Bonn, 2024.

BELKHIR, L.; ELMELIGI, A. Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 e recommendations. **Journal of Cleaner Production**, v. 177, p. 448–463, 10 mar. 2018.

**BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 23 ago. 2024.

**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. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm). Acesso em: 9 set. 2024.

**BRASIL. Decreto nº 11.864, de 27 de dezembro de 2023.** Dispõe sobre o valor do salário mínimo a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2024. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 27 dez. 2023. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2023/decreto/d11864.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/d11864.htm). Acesso em: 15 de mar. 2024.

**BRASIL. Lei nº 14.260, de 8 de dezembro de 2021.** Estabelece incentivos à indústria da reciclagem; e cria o Fundo de Apoio para Ações Voltadas à Reciclagem (Favorecicle) e Fundos de Investimentos para Projetos de Reciclagem (ProRecicle). Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14260.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14260.htm). Acesso em: 9 set. 2024.

**BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Governo Digital. Instrução Normativa SGD/ME nº 94, de 23 de dezembro de 2022.** Dispõe sobre o processo de contratação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação - SISP do Poder Executivo Federal. Disponível em: <<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/contratacoes-de-tic/instrucao-normativa-sgd-me-no-94-de-23-de-dezembro-de-2022>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

**BOURGUIGNON, D. Understanding waste streams Treatment of specific waste.** Briefing. European Parliament. 2015.

**BOURGUIGNON, D. Circular economy package - Four legislative proposals on waste.** Briefing. European Parliament, EU Legislation in Progress. 2018.

BOZATTO, A.A.D.; RIBEIRO GOES TEIXEIRA, G.; DIAS, J.C.S.; RUGGERO, A.R.; REGGIOLLI, M.R.; NETO, J.M.F.A. ANÁLISE DA CONSCIENTIZAÇÃO E COMPORTAMENTO DE ESTUDANTES DE GESTÃO DO ENSINO SUPERIOR PERANTE O DESCARTE DE LIXO ELETRÔNICO. **Revista Prospectus**, v. 2, n. 2, p. 66–87, 2020.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: Princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

CAMARGO, B.V.; JUSTO, A.M. **Tutorial para uso do software IRaMuTeQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires)**. Florianópolis: Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição - UFSC, 2021.

CANTANHEDE, S.C.D.S.; RIZZATTI, I.M.; CANTANHEDE, L.B. Panorama do ensino de química sob a perspectiva CTSA no cenário brasileiro: uma análise qualitativa a partir do software IRAMUTEQ. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS**, v. 17, n. número especial, p. 272–302, 2022.

CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Tabela de Áreas do Conhecimento (2022)**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/instrumentos/documentos-de-apoio/tabela-de-areas-de-conhecimento-avaliacao>. Acesso em: 3 ago. 2025.

CAPP, E.; NIENOV, O.H. **Bioestatística quantitativa aplicada**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2020.

CARUARU. **Projeto de Lei nº 7319/2017**. Institui o Programa "Recicla Caruaru" com coleta seletiva, aproveitamento de resíduos sólidos e remoção de resíduos sólidos oriundos da construção civil residencial no âmbito do Município de Caruaru, Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Caruaru: Câmara Municipal, 2017. Disponível em: <<https://sapl.caruaru.pe.leg.br/media/sapl/public/materialegislativa/2017/2154/projeto-de-lei-7319.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2024.

CARUARU. **Decreto nº 037, de 17 de maio de 2018**. Dispõe acerca do Plano de Saneamento Básico Setorial para a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos do município de Caruaru e dá outras providências. Caruaru, 2018. Disponível em: [https://caruaru.pe.gov.br/wp-content/uploads/2024/09/Plano-de-Saneamento-e-Residuos-Solidos-Dec.-037\\_2018.pdf](https://caruaru.pe.gov.br/wp-content/uploads/2024/09/Plano-de-Saneamento-e-Residuos-Solidos-Dec.-037_2018.pdf). Acesso em: 13 dez. 2024.

CARUARU. **Decreto nº 058, de 07 de agosto de 2023**. Dispõe sobre a atualização do Plano de Saneamento Básico Setorial para a limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos do município de Caruaru - PE, revoga o Decreto nº 037 de 17 de maio de 2018, e dá outras providências. Disponível em: [https://caruaru.pe.gov.br/wp-content/uploads/2024/09/DECRETO-058\\_2023-Plano-Municipal-de-Saneamento-Basico.pdf](https://caruaru.pe.gov.br/wp-content/uploads/2024/09/DECRETO-058_2023-Plano-Municipal-de-Saneamento-Basico.pdf). Acesso em: 13 dez. 2024.

CAVALCANTE, H.R.; BRASIL, J.N.; OLIVEIRA, R. DE J.; VASCONCELOS, C.R.; SILVA, I.P. **GESTÃO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: UM ESTUDO DE**

REAPROVEITAMENTO DE PRODUTOS DESCARTADOS PELAS EMPRESAS E A SOCIEDADE. **VII Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe (SIMPROD)**, 2015.

CETIC.BR - CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO. TIC domicílios 2020: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: edição COVID-19: metodologia adaptada. São Paulo: **Comitê Gestor da Internet no Brasil**, 2021.

CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Reciclagem e reuso de equipamentos eletroeletrônicos**. Brasília, 2024. 177 p. Disponível em: <[https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009594/cgee\\_sdt35\\_Rec\\_reu\\_equ\\_el\\_e.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009594/cgee_sdt35_Rec_reu_equ_el_e.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2024.

COCHRAN, W.G. Some methods for strengthening the common  $\chi^2$  tests. **Biometrics**. v. 10, n. 4, p. 417-451, 1954.

COHEN, J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. **Lawrence Erlbaum Associates**. New York, 1988.

COMISSÃO EUROPEIA. Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU-A Foresight Study. **Publications Office of the European Union**, p. 101, 2020.

D'ALMEIDA, F.S.; DE CARVALHO, R.B.; DOS SANTOS, F.S.; DE SOUZA, R.F.M. On the hibernating electronic waste in Rio de Janeiro higher education community: An assessment of population behavior analysis and economic potential. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 16, 2 ago. 2021.

DENIZ, P.Ö.; AYDIN, Ç.Y.; KIRAZ, E.D.E. Electronic waste awareness among students of engineering department. **Cukurova Medical Journal**, v. 44, n. 1, p. 101–109, 31 mar. 2019.

DIAS, P.; MACHADO, A.; HUDA, N.; BERNARDES, A.M. Waste electric and electronic equipment (WEEE) management: A study on the Brazilian recycling routes. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 7–16, 20 jan. 2018.

FIELD, A. **Descobrindo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FORTI, V.; BALDÉ, C.P.; KUEHR, R.; BEL, G.; ADRIAN, S.; DRISSE, M.B.; CHENG, Y.; DEVIA, L.; DEUBZER, O.; GOLDIZEN, F.; GORMAN, J.; HERAT, S.; HONDA, S.; IATTONI, G.; JINGWEI, W.; JINHUI, L.; KHETRIWAL, D.S.; LINNELL, J.; MAGALINI, F.; NNORORM, I.C.; ONIANWA, P.; OTT, D.; RAMOLA, A.; SILVA, U.; STILLHART, R.; TILLEKERATNE, D.; VAN STRAALEN, V.; WAGNER, M.; YAMAMOTO, T.; ZENG, X. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential**. Bonn/Geneva/Rotterdam: 2020.

GARCIA-VAZQUEZ, E.; CARTÓN, P.; DOMÍNGUEZ, M.; RODRÍGUEZ, N.; BUSTILLOS, A.; DOPICO, E. For a good selfie. Enhancing mobile phone recycling through simulated exposure to cobalt mining. **Sustainable Production and Consumption**, v. 26, p. 44–53, 1 abr. 2021.

GIESE, E.C.; LINS, F.A.F.; XAVIER, L.H. Desafios da reciclagem de lixo eletrônico e as cooperativas de mineração urbana / Challenges of e-waste recycling and urban mining cooperatives. **Brazilian Journal of Business**, v. 3, n. 5, p. 3647–3660, 18 out. 2021.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa nº 8, de 20 de julho de 2021**. Regulamenta a alínea "g", inc. I, art. 8º do Decreto nº 10.240/2020, e especifica as hipóteses de obrigatoriedade de emissão da Autorização Ambiental para Transporte de Produtos Perigosos para o transporte interestadual dos produtos eletroeletrônicos descartados e dos resíduos eletroeletrônicos. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=138771>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Caruaru (PE)**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/caruaru.html>. Acesso em: 10 out. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Caruaru (PE)**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/caruaru.html>. Acesso em: 10 out. 2024.

ISLAM, M.T.; DIAS, P.; HUDA, N. Young consumers' e-waste awareness, consumption, disposal, and recycling behavior: A case study of university students in Sydney, Australia. **Journal of Cleaner Production**, v. 282, 1 fev. 2021.

JANGRE, J.; PRASAD, K.; PATEL, D. Analysis of barriers in e-waste management in developing economy: an integrated multiple-criteria decision-making approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 48, p. 72294–72308, 1 out. 2022.

KAIJAGE, ZAITUNI.; MTEBE, J.S. Understanding ICT Students' Knowledge and Awareness on e-Waste Management in Tanzania. In: **Windhoek**, Namibia: 2017 IST-Africa Week Conference (IST-Africa), 2017.

KANKANAMGE, C.E. Consumer Behavior in the Use and Disposal of Personal Electronics: a Case Study of University Students in Sri Lanka. **Circular Economy and Sustainability**, v. 3, n. 1, p. 407–424, 1 mar. 2023.

KARUPPIAH, K.; SANKARANARAYANAN, B. An integrated multi-criteria decision-making approach for evaluating e-waste mitigation strategies. **Applied Soft Computing**, v. 144, 1 set. 2023.

KSHTRIYA, P.S.; RAGHUPATHY, A. Knowledge, attitude, practice, and generation of electronic waste (e-waste) among students of health sciences in a private college in Pune. **Indian Journal of Community Health**, v. 35, n. 3, p. 348–353, 2023.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. Tradução: José Fernando Pereira Gonçalves. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

LESSA, P.W.B.; VIEIRA, C.L.S.; MATOS, I.M. MOTIVAÇÕES E FATORES QUE INFLUENCIAM A INTENÇÃO DE COMPRA NOS E-MARKETPLACES. **REUNA**, v. 26, p. 38–61, 2021.

LEVINSON, D.J. **A Conception of Adult Development**. 1986.

MAHANTH, T.; SURYASEKARAN, C.R.; PONNAMBALAM, S.G.; SANKARANARAYANAN, B.; KARUPPIAH, K.; NIELSEN, I.E. Modelling the Barriers to Circular Economy Practices in the Indian State of Tamil Nadu in Managing E-Wastes to Achieve Green Environment. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 5, 1 mar. 2023.

MANDARINO, M.L.F.; SINAY, M.C.F. DE. Os impactos e desafios no gerenciamento do resíduo eletroeletrônico. **Revista Científica Semana Acadêmica**, 2018.

MAPHOSA, V. Students' Awareness and Attitudinal Dispositions to E-Waste Management Practices at a Zimbabwean University. **Journal of Information Policy**, v. 11, p. 562–581, 2021.

MAPHOSA, V.; MACHERERA, M.; ZEZAI, D.; MANGWANA, J. E-WASTE AWARENESS AND PRACTICES OF ZIMBABWEAN UNIVERSITY STUDENTS A DESCRIPTIVE STUDY. **Article in Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v. 100, n. 18, 2022.

MARQUES, C.G.; SILVA, V.G. DA. **E-Waste in Portugal-A higher education-based study**. Lisbon, Portugal: 2017.

MASINDA, K. **Análise de Dados Textuais em Pesquisas de Mobilidade Urbana e Transporte com IRaMuTeQ**. 2022.

MEDEIROS, F.A.B. DE, SANTOS, J.M. DE O.; MOTA, H.C.N.; ANDRADE, I.G.M. DE. O Iramuteq como ferramenta no processamento de dados em pesquisa qualitativa. **Revista Diálogos em Saúde Pública**, 2022.

MEDEIROS, N.M. **Caracterização e Separação Física de Placas de Circuito Impresso de Computadores Obsoletos**. Natal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - CENTRO DE TECNOLOGIA, 2015.

MEIRELLES, F. S. **Pesquisa do Uso da TI – Tecnologia de Informação nas Empresas**: 34ª Edição Anual. São Paulo: FGVCia, 2023.

MEIRELLES, F.S. **Pesquisa do Uso da TI – Tecnologia de Informação nas Empresas**: 35ª Edição Anual. São Paulo: FGVCia, 2024.

MOR, R.S.; SANGWAN, K.S.; SINGH, S.; SINGH, A.; KHARUB, M. E-waste Management for Environmental Sustainability: An Exploratory Study. In: Elsevier B.V., 2021.

MORIGI, J.D.B.; JESUS, M.J.F. DE. Consumo e Desenvolvimento Sustentável: um olhar sobre o comportamento de estudantes universitários em relação aos hábitos de consumo e de descarte de aparelho celulares. **Revista Desenvolvimento Socioeconômico em Debate - RDSD**, v. 6, n. 3, p. 74–94, 2020.

NETA, A.A. DE C.; CARDOSO, B.L.C. O USO DO SOFTWARE IRAMUTEQ NA ANÁLISE DE DADOS EM PESQUISA QUALITATIVA OU QUALI-QUANTI. **Cenas Educacionais**, v. 4, p. 1–17, 2021.

NGUYEN, G.T.; LAM, T.T.K.; HUYNH, N.T.H. Assessment of E-Waste Management and Potential for Laptop Reuse and Recycling. **Civil Engineering Journal (Iran)**, v. 9, n. 6, p. 1471–1481, 1 jun. 2023.

OLIVEIRA NETO, J.F. DE. **Caracterização dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Produzidos em Bairros de Classe Média-alta de Caruaru/PE**. Caruaru: Universidade Federal de Pernambuco, UFPE-CAA, 2019.

ONGONDO, F.O.; WILLIAMS, I.D.; CHERRETT, T.J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**. V. 31, p. 714–730, 2011.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; WHITLOCK, G. Distinct Urban Mines: Exploiting secondary resources in unique anthropogenic spaces. **Waste Management**, v. 45, p. 4–9, 1 nov. 2015.

ONU. **Objetivo 12:** Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>. Acesso em: 12 ago. 2024.

OSORIO-CARLOZAMA, J; LLERENA-IZQUIERDO, J. Utility of Computer Hardware Recycling Technique for University Learning: A Systematic Review. In: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022.

OSTERTAGOVÁ, E; OSTERTAG, O; KOVÁČ, J. Methodology and application of the Kruskal-Wallis test. **Applied Mechanics and Materials**, v. 611, p. 115–120, 2014.

PANIZZON, T; REICHERT, G.A; SCHNEIDER, V.E. Avaliação da geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) em uma universidade particular. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 625–635, 1 jul. 2017.

PACE - PLATFORM FOR ACCELERATING THE CIRCULAR ECONOMY. **A New Circular Vision for Electronics Time for a Global Reboot**. Cologny/Geneva: 2019. Disponível em: <[www.weforum.org](http://www.weforum.org)>.

PIERRON, X.; WILLIAMS, I.D.; SHAW, P.J.; CLEAVER, V. **Using choice architecture to exploit a university Distinct Urban Mine. Waste Management** Elsevier Ltd, , 1 out. 2017.

PERNAMBUCO. **Lei nº 14.236, de 13 de dezembro de 2010.** Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Pernambuco, Recife, 14 dez. 2010. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/?lo142362010=>. Acesso em: 15 out. 2024.

PERNAMBUCO. **Lei nº 15.084, de 6 de setembro de 2013.** Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de coletores de lixo eletrônico pelas empresas que comercializam pilhas, baterias e aparelhos eletrônicos de pequeno porte no Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Pernambuco,

Recife, 7 set. 2013. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=2912>. Acesso em: 15 out. 2024.

PIERRON, X.; WILLIAMS, I.D.; SHAW, P.J.; CLEAVER, V. **Using choice architecture to exploit a university Distinct Urban Mine.** Waste ManagementElsevier Ltd, , 1 out. 2017.

PNUMA - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **O mercúrio é uma ameaça cotidiana para a saúde.** Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/story/o-mercurio-e-uma-ameaca-cotidiana-para-saude>. Acesso em: 01 set. 2024.

PREFEITURA DE CARUARU. **Prefeitura de Caruaru lança o programa Recicla Caruaru.** Caruaru, 2021. Disponível em: <https://caruaru.pe.gov.br/prefeitura-de-caruaru-lanca-o-programa-recicla-caruaru/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

RAGONNAUD, G. Securing Europe's supply of critical raw materials: the material nature of the EU's strategic goals. **European Parliamentary Research Service**, 2023.

RAZALI, N.M; WAH, Y.B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, v. 2, n. 1, p. 21–33, 2011.

REA, L.M.; PARKER, R.A. **Designing and conducting survey research: A comprehensive guide.** 4. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2014.

ŞAHİN, M; AYBEK, F. Jamovi: An Easy to Use Statistical Software for the Social Scientists. **International Journal of Assessment Tools in Education**, v. 6, n. 4, p. 670–692, 5 jan. 2020.

SALDAÑA-DURÁN, C.E.; MESSINA-FERNÁNDEZ, S.R. E-waste recycling assessment at university campus: a strategy toward sustainability. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, n. 2, p. 2493–2502, 1 fev. 2021.

SALVADOR, P.T.C. DE O.; GOMES, A.T. DE L.; RODRIGUES, C.C.F.M.; CHIAVONE, F.B.T.; ALVES, K.Y.A.; BEZERRIL, M.D.S.; SANTOS, V.E.P. Uso do software iramuteq nas pesquisas brasileiras da área da saúde: uma scoping review. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 31, 29 nov. 2018.

SALVIATI, M. E. **Manual do aplicativo IRaMuTeq: compilação, organização e notas.** Planaltina. 2017. Disponível em: <http://www.IRaMuTeq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-IRaMuTeq-par-maria-elisabeth-salviati>. Acesso em: 14 jan. 2025.

SÁNCHEZ-CARRACEDO, F.; LÓPEZ, D. A service-learning based computers reuse program. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 14, 2 jul. 2021.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. **Portal de educação ambiental:** eletroeletrônicos. São Paulo, 2024. Disponível em: <<https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/eletroeletronicos/>>. Acesso em: 07 jan. 2025.

- SHITTU, O. S.; WILLIAMS, I. D.; SHAW, P. J. Prospecting reusable small electrical and electronic equipment (EEE) in distinct anthropogenic spaces. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 176, 1 jan. 2022.
- SHITTU, O.S.; WILLIAMS, I.D.; SHAW, P.J.; MONTEIRO, N.; CREFFIELD, R. Demonstrating eee recovery for reuse in a distinct urban mine: A case study. **Detritus**, v. 15, p. 78–93, 2021.
- SIDDIQUA, A.; EL GAMAL, M.; ABDUL, W.K.; MAHMOUD, L.; HOWARI, F.M. E-Device Purchase and Disposal Behaviours in the UAE: An Exploratory Study. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 8, 1 abr. 2022.
- SOUSA, Y.S.O. O Uso do Software Iramuteq: Fundamentos de Lexicometria para Pesquisas Qualitativas. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 21, n. 4, p. 1541–1560, 15 dez. 2021.
- SOUSA, Y.S.O.; GONDIM, S.M.G.; CARIAS, I.A.; BATISTA, J.S.; MACHADO, K. C.M. de. O uso do software Iramuteq na análise de dados de entrevistas. **Pesquisas e Práticas Psicossociais**, São João del-Rei, v. 15, n. 2, p. 1-19, abr./jun. 2020.
- SOUZA, M.A.R. DE, WALL, M.L.; THULER, A.C.D.M.C.; LOWEN, I.M.V.; PERES, A.M. The use of IRAMUTEQ software for data analysis in qualitative research\*. **Revista da Escola de Enfermagem**, v. 52, 2018.
- SPURRIER, J.D. Additional tables for Steel-Dwass-Critchlow-Fligner distribution-free multiple comparisons of three treatments. **Communications in Statistics: Simulation and Computation**, v. 35, n. 2, p. 441–446, abr. 2006.
- THUKRAL, S; SINGH, M. An exploratory study on producer's perspective towards E-waste management: A case of emerging markets. **Cleaner Waste Systems**, v. 5, 1 ago. 2023.
- TOMCZAK, M; TOMCZAK, E. **The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size**. TRENDS in Sport Sciences. 2014.
- TRIVEDI, V.; PANDEY, K.K.; TRIVEDI, A. Analyzing the challenges of e-waste management practices in India during COVID-19. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 33, n. 6, p. 1611–1628, 26 set. 2022.
- TRINDADE, D.B.; TEIXEIRA, N. dos S.; COUTO, L.A.; COQUEIRO, J.S. Ferramenta estatística para análise de dados: comandos do software R. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 9, p. 70-84, set. 2022.
- TUKIMIN, M.H.B.M.; ANWAR, R.M.; LATIF, A.A. A performance on awareness of e-waste management among university students. **International Journal of Engineering and Advanced Technology**, v. 9, n. 1, p. 3510–3514, 1 out. 2019.
- UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2012/19/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012.** Dispõe sobre resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). Jornal Oficial da União Europeia, L 197, 24 jul. 2012, p. 38-71. Disponível em:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0019>. Acesso em: 15 jul. 2024.

**UNIÃO EUROPEIA. Diretiva Delegada (UE) 2015/863 da Comissão, de 31 de março de 2015.** Altera o anexo II da Diretiva 2011/65/UE do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito à lista de substâncias sujeitas a restrição. Jornal Oficial da União Europeia, L 137, 4 jun. 2015, p. 10-12. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32015L0863>. Acesso em: 15 jul. 2024.

VARGHESE, S.; SHARMA, M. Engaging students in e-waste management through outreach programs. *In: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.*, 2022.

XAVIER, L.H.; GIESE, E.C.; RIBEIRO-DUTHIE, A.C.; LINS, F.A.F. Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. **Resources Policy**, v. 74, 1 dez. 2019.

XAVIER, L.H.; LINS, F.A.F. Mineração Urbana de resíduos eletroeletrônicos: uma nova fronteira a explorar no Brasil. **Brasil Mineral**, v. 379, p. 22–26, 2018.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

1. Idade: \_\_\_\_\_

2. Gênero:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Feminino<br><input type="checkbox"/> Masculino | <input type="checkbox"/> Prefiro não dizer<br><input type="checkbox"/> Outro |
|---|--|

3. Cidade em que reside: \_\_\_\_\_

4. Renda Familiar:

*Considere o Salário Mínimo atual de R\$ 1.412*

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Abaixo de 1 salário mínimo<br><input type="checkbox"/> Entre 1-2 salários mínimos<br><input type="checkbox"/> Entre 2-3 salários mínimos<br><input type="checkbox"/> Entre 3-4 salários mínimos<br><input type="checkbox"/> Entre 4-5 salários mínimos | <input type="checkbox"/> Entre 5-6 salários mínimos<br><input type="checkbox"/> Entre 6-8 salários mínimos<br><input type="checkbox"/> Entre 8-10 salários mínimos<br><input type="checkbox"/> Entre 10-12 salários mínimos<br><input type="checkbox"/> Acima de 12 salários mínimos |
|---|--|

5. Instituição de Ensino Superior em que está matriculado: \_\_\_\_\_

6. Qual o seu curso? \_\_\_\_\_

7. Você sabe o que é um resíduo de equipamento eletroeletrônico?

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
|------------------------------|------------------------------|

8. No seu curso tem alguma disciplina que aborde diretamente educação ambiental?

- |                              |                              |                                  |
|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Não sei |
|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|

9. Você já ouviu falar em alguma dessas regulamentações?

*Marque todas que se aplicam.*

- |  |
|--|
| <input type="checkbox"/> Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010)<br><input type="checkbox"/> Decreto nº 10.240 / 2020 |
|--|

- Lei nº 14.260 / 2021  
 Nenhuma das alternativas acima

10. Quais dos aparelhos eletroeletrônicos abaixo você utiliza para auxiliar os estudos na universidade?

*Marque todas que se aplicam.*

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Tablet | <input type="checkbox"/> PC (Computador de mesa) |
| <input type="checkbox"/> Laptop | <input type="checkbox"/> Smartphone              |

11. Quantos dos seguintes equipamentos PERTENCENTES A VOCÊ estão FORA DE USO (ARMAZENADOS) em sua casa?

*Marcar apenas uma opção por linha.*

	<b>Nenhum</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6 ou mais</b>
Tablet							
Laptop							
PC*							
Smartphone							

\* Computador de mesa

12. Qual o motivo do desuso e/ou troca do aparelho eletroeletrônico:

*Em caso de haver marcado mais de um aparelho do mesmo tipo na pergunta nº 11, com defeitos diferentes, pode marcar mais de uma alternativa.*

	<b>Nenhum fora de uso</b>	<b>Defeito</b>	<b>Defasagem</b>	<b>Nova marca</b>	<b>Quebra</b>	<b>Outro</b>
Tablet						
Laptop						
PC*						
Smartphone						

\* Computador de mesa

13. Durante quanto tempo o eletroeletrônico fora de uso foi utilizado?

*Em caso de haver marcado mais de um aparelho do mesmo tipo na pergunta nº 11, pode marcar mais de uma alternativa.*

	Nenhum fora de uso	Menos de 1 ano	De 1 a 3 anos	De 3 a 5 anos	Mais de 5 anos
Tablet					
Laptop					
PC*					
Smartphone					

\* Computador de mesa

14. De que forma você realiza o descarte dos equipamentos eletroeletrônicos que estão em desuso?

- ( ) Através da coleta seletiva municipal
- ( ) O equipamento eletroeletrônico é doado
- ( ) O equipamento eletroeletrônico é descartado no lixo domiciliar comum
- ( ) O equipamento eletroeletrônico é levado para algum Ponto de Coleta adequado
- ( ) Não descarto, o equipamento eletroeletrônico continua guardado
- ( ) Outro: \_\_\_\_\_

15. Você tem conhecimento que os equipamentos eletroeletrônicos são compostos por materiais potencialmente perigosos (chumbo, etc.) e materiais valiosos (ouro, prata)?

- ( ) Sim
- ( ) Não

16. Você sabe da existência de algum Ponto de Coleta de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos...

	Sim	Não
No seu campus?		
Na cidade em que estuda?		
Na cidade em que reside?		

17. Caso existisse um ponto de entrega voluntária de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) no seu bairro (ou bairros vizinhos), qual distância máxima você estaria disposto(a) a percorrer a pé para descartar seu REEE?

- ( ) ≤ 1km
- ( ) Entre 1-2 km
- ( ) Entre 2-3 km

Entre 3-4 km

Entre 4-5 km

> 5 km

18. Caso existisse um ponto de entrega voluntária de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) no seu bairro (ou bairros vizinhos), qual distância máxima você estaria disposto(a) a percorrer utilizando transporte público ou carro para descartar seu REEE?

≤ 5 km

Entre 10-15 km

Mais de 20 km

Entre 5-10 km

Entre 15-20 km

19. Você tem conhecimento da existência de políticas públicas e/ou ações relativas ao descarte de REEE, no município em que reside?

Sim

Já ouvi falar, mas não conheço a fundo

Não

20. Você compraria um produto eletroeletrônico usado, remanufaturado ou recondicionado?

Sim

Não

Talvez

21. Como você avalia seus conhecimentos em relação às práticas de manejo e descarte de Equipamentos Eletroeletrônicos?

	1	2	3	4	5	
Não conheço quase nada						Conheço bem

## APÊNDICE B – TESTE DE NORMALIDADE

Como explanado na Metodologia, para os casos em que uma das variáveis era numérica, deveria se aplicar o teste de normalidade Shapiro-Wilk, para checar a normalidade do conjunto de dados e escolher qual teste seria realizado. Sendo assim, ele foi aplicado para as variáveis quantitativas “Nº de aparelhos utilizados para estudo” e “Nº de aparelhos fora de uso”.

Na tabela 3 da seção de Resultados e Discussão, nota-se que foi aplicado o de Kruskal-Wallis, isso porque os dados não seguem uma distribuição normal, conforme mostra a Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Resultados do teste de normalidade de Shapiro-Wilk para as variáveis “Nº de aparelhos utilizados para estudo” e “Nº de aparelhos fora de uso”

<b>Renda Familiar</b>	<b>Aparelhos utilizados para estudo</b>		<b>Nº de aparelhos fora de uso</b>	
	<b>W</b>	<b>p</b>	<b>W</b>	<b>p</b>
Abaixo de 1 SM	0,775	<0,001	0,666	<0,001
Entre 1-2 SM	0,810	<0,001	0,650	<0,001
Entre 2-3 SM	0,817	<0,001	0,785	<0,001
Entre 3-4 SM	0,721	<0,001	0,860	<0,001
Entre 4-6 SM	0,776	<0,001	0,777	<0,001
Acima de 6 SM	0,813	<0,001	0,895	0,006

A autora (2025).