



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA – CT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL – DECA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

THAYNÁ DOS SANTOS AMORIM

**RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E *UPCYCLING*: ARTESANATO COMO UMA
PROPOSTA SUSTENTÁVEL PARA A GESTÃO E O EMPREENDEDORISMO.**

João Pessoa - PB

2024

THAYNÁ DOS SANTOS AMORIM

**RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E *UPCYCLING*: ARTESANATO COMO UMA
PROPOSTA SUSTENTÁVEL PARA A GESTÃO E O EMPREENDEDORISMO.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Paraíba como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel, em
engenharia ambiental.

Área de concentração: Resíduos
Eletroeletrônicos e Meio ambiente.

Orientador: Prof. Dr.^a Elisangela Maria
Rodrigues Rocha.

João Pessoa - PB

2024

FICHA CATALOGRAFICA

Catálogo na publicação Seção de Catalogação e Classificação

A524r Amorim, Thayna Dos Santos.

RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E UPCYCLING: ARTESANATO
COMO UMA PROPOSTA SUSTENTÁVEL PARA A GESTÃO E O
EMPREENDEDORISMO. / Thayna Dos Santos Amorim. - João
Pessoa, 2024.

88 f. : il.

Orientação: Elisângela Maria Rodrigues Rocha.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Cabos. 2. Economia Circular. 3. Kit de Joias. 4.
Reutilização. I. Rocha, Elisângela Maria Rodrigues. II.
Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 504 (043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

THAYNÁ DOS SANTOS AMORIM

RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E *UPCYCLING*: ARTESANATO COMO UMA PROPOSTA SUSTENTÁVEL PARA A GESTÃO E O EMPREENDEDORISMO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 30/10/2024 perante a
seguinte Comissão Julgadora:

Documento assinado digitalmente
 **ELISANGELA MARIA RODRIGUES ROCHA**
Data: 08/11/2024 12:57:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Elisangela Maria Rodrigues Rocha
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do
CT / UFPB

APROVADA
(Aprovado/Reprovado)

Documento assinado digitalmente
 **ALINE FLAVIA NUNES REMIGIO ANTUNES**
Data: 08/11/2024 18:47:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Aline Flavia Nunes Remígio Antunes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do
CT / UFPB

APROVADA
(Aprovado/Reprovado)

Documento assinado digitalmente
 **ADEMAR VIRGOLINO DA SILVA NETTO**
Data: 08/11/2024 19:44:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Ademar Virgolino da Silva Netto
Departamento de Engenharia Elétrica do
Cear / UFPB

APROVADA
(Aprovado/Reprovado)

Documento assinado digitalmente
 **ALINE FLAVIA NUNES REMIGIO ANTUNES**
Data: 08/11/2024 18:53:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Aline Flavia Nunes Remígio Antunes
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, minha Família e a todos que
fazem parte da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e a Nossa Senhora, pela proteção e zelo nessa caminhada, ajudando a superar todas as dificuldades e conquistar todos os meus objetivos.

Aos meus pais, Clodoberto e Rozalina, por terem se doado por mim ao longo desses anos, me apoiando e incentivando, ao lembrar tudo que passou, principalmente nos momentos difíceis, descobrir que o amor de vocês por mim é algo inexplicável, transformando-me em uma pessoa melhor.

Ao meu filho Henrique, meus irmãos Rosiberg Amorim e Tatiane Amorim, meus sobrinhos Victor, Arthur e toda família Santos e Amorim, sem vocês nada faria sentido, obrigada por ser luz no meu caminho.

Ao meu namorado Hygor Farias, por toda paciência e cuidado, estive comigo em todas as etapas desta graduação e celebrou comigo todas as vitórias.

À minha professora e orientadora, Dra. Prof. Elisângela Maria Rodrigues Rocha, por toda dedicação de passar seus conhecimentos e inspiração ao longo desta jornada acadêmica e por possibilitar a concretização deste trabalho.

Aos meus amigos da vida, os da paróquia Virgem Mãe dos pobres e Nossa Senhora de Lourdes, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos bons e ruins da minha vida.

Aos amigos que a UFPB deu e a todos os outros que compartilharam comigo toda a trajetória acadêmica, cujo apoio e troca de ideias enriqueceram significativamente minha experiência de aprendizado.

Ao curso de Engenharia Ambiental da UFPB, juntamente com todos os professores e funcionários, que me capacitaram para essa conclusão.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste sonho, minha profunda gratidão.

EPÍGRAFE

“A maior glória da vida não é nunca cair, mas
nos levantarmos depois de cada queda.”
(Nelson Mandela)

RESUMO

O descarte irregular de resíduos eletroeletrônicos (REEE) é um problema ambiental cada vez mais alarmante, tendo em vista que o crescente desenvolvimento tecnológico e o apelo ao consumo, trazem consigo a, cada vez mais rápida, obsolescência dos equipamentos eletroeletrônicos. Neste trabalho se teve como objetivo analisar a aplicação do *upcycling* em REEE, a partir da confecção de um kit de joias, como uma alternativa sustentável para a gestão de resíduos e valorização do empreendedorismo. A primeira etapa consistiu na quantificação dos resíduos eletroeletrônicos de pós-consumo doados pelo TREE/UFPB, totalizando 6,19 kg de REEE, compostos principalmente por periféricos de computador, sobretudo cabos. Deste montante, 1,08 kg foi selecionado para a reutilização na fabricação do kit de joias, enquanto 3,39 kg foram destinados à reciclagem e 1,71 kg ao descarte, devido às suas condições inservíveis. Em seguida, procedeu-se com pesquisas de mercado com a finalidade de definir o design do produto e analisar a aplicação do processo de *upcycling* na confecção de joias. Por fim, após a confecção do kit de joias, fez-se a avaliação do produto, com a análise de sua funcionalidade, estética e durabilidade, culminando na precificação a partir da análise das estimativas de custo e lucro. Foram criados dois modelos de joias, que demonstraram um potencial de lucratividade de 28,70% a 33,30% sobre os custos de sua produção, evidenciando a viabilidade e eficácia ambiental e econômica da iniciativa a partir das premissas da economia circular.

Palavras-chave: Cabos. Economia Circular. Kit de joias. Reutilização. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The improper disposal of electronic waste (e-waste) is an increasingly alarming environmental issue, as the growing technological development and consumer appeal lead to the increasingly rapid obsolescence of electronic devices. In this context, the present study aimed to analyze the application of upcycling to e-waste by creating a jewelry kit as a sustainable alternative for waste management and the promotion of entrepreneurship. The first stage involved quantifying post-consumer electronic waste donated by TREE/UFPB, totaling 6.19 kg of e-waste, primarily composed of computer peripherals, especially cables. Of this total, 1.08 kg was selected for the manufacturing of the jewelry kit, while 3.39 kg was sent for recycling, and 1.71 kg was discarded due to its unusable condition. Subsequently, market research was conducted to define the product design and analyze the application of the upcycling process in jewelry making. Finally, after the creation of the jewelry kit, the product was evaluated by analyzing its functionality, aesthetics, and durability, leading to pricing based on cost and profit estimates. Two jewelry models were created, showing a profitability potential of 28.70% to 33.30% over production costs, demonstrating the environmental and economic feasibility of the initiative, based on the principles of the circular economy

Keywords: Cables. Circular Economy. Jewelry kit. Reuse. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados do SNIS referentes a Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos (MRSU), ano base de 2022.....	23
Figura 2 – Proposta de Classificação dos REEE em oito categorias do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM)	25
Figura 3 - Rotas de gerenciamento para produção estatísticas do <i>The Global E-Waste Monitor</i> (2024).....	30
Figura 4 – Fluxograma da Logística Reversa dos REEE.....	33
Figura 5 - Ciranda Flor Ateliê - Posts e Produtos.	40
Figura 6 - Yssa Bijuterias e Acessórios - Posts e Produtos.....	41
Figura 7 - Alagoart Sustentável - Feed - <i>Workshops</i> e Produtos.....	42
Figura 8 - Baravelli Ecojóias e Eco Acessórios – Produtos.....	42
Figura 9 - Anjo negro Store - Redes sociais e Produtos.	43
Figura 10 - Eco Joias Eletrônicas - Andréa Torres - Produtos	44
Figura 11 - BijouxTech - Produtos e workshops.	44
Figura 12 - Metodologia adotada para o desenvolvimento do produto.....	47
Figura 13 - Exemplos de REEE doados ao Projeto TREE.....	48
Figura 14 - Pesagem do resíduo Doado pelo Projeto TREE- UFPB para confecção do ki joias.	49
Figura 15 - REEE Separados por fardos para elaboração do produto.....	50
Figura 16 - Fatores de motivação para a escolha do design do kit de joias.	51
Figura 17 - Esboço manual para o design de joias com REEE	52
Figura 18 - Material separado para a elaboração do artesanato	53
Figura 19 - Materiais, insumos e acessórios complementares na confecção do kit joias.	54

Figura 20 - Montagem do kit de joias com REEE e Materiais utilizados.....	56
Figura 21 - Avaliação de itens necessários para a produção do produto	65
Figura 22 - Matriz de Decisão	66
Figura 23 - Modelo de apresentação final - Kits de Joias.....	67
Figura 24 - Ensaio realizado em ambiente externo.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição percentual dos REEE coletados em parceria com o projeto TREE	63
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resíduos Eletroeletrônicos e seus impactos à Saúde Humana.....	28
Quadro 2 – Pontos de Entrega Voluntária em João Pessoa e no Município de Santa Rita – PB.....	31
Quadro 3 - Levantamento de trabalhos acadêmicos em base de dados nacionais, no período de 10 anos (2014-2024).....	60
Quadro 4 - Resumo dos REEE da coleta e da produção do kit de joias.	62
Quadro 5 - Análise dos Fatores Estratégicos para a confecção de Kits de Joias.	64
Quadro 6 - Custos base para confecção de um Kit de Joias (Modelo 01)	70
Quadro 7 - Custos base para confecção de um Kit de Joias (Modelo 03)	70
Quadro 8 - Síntese dos Trabalhos Acadêmicos para fundamentação teórica do trabalho.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geração Mundial de REEE em toneladas.....	26
Tabela 2 - Geração média per capita estimada do Brasil pelo E-Waste Global Monitor	26
Tabela 3 - Orçamento consultado no comercio de João Pessoa no período de 2023 a 2024	57
Tabela 4 - Pesagem de cada material presente nos resíduos eletroeletrônicos pós triagem inicial.....	61
Tabela 5 - Resíduos não aproveitados para a elaboração do kit de joias.	66
Tabela 6 - Cálculo de estimativas de Custo e Lucro (Modelo 01).....	71
Tabela 7 - Cálculo de estimativas de Custo e Lucro (Modelo 03).....	72
Tabela 8 - Valores de Venda para a Reciclagem consultado no comercio de João Pessoa no período de 2023 a 2024	73
Tabela 9 - Estimativa de valores para os potenciais materiais para reciclagem	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADISTI	Associação Brasileira dos Distribuidores de Produtos e Serviços de Tecnologia da Informação
ABREE	Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos
ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
ANAMMA	Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente
ASSESPRO	Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
EPI	Equipamento de proteção Individual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LB	Lucro Bruto
MCS	Ministério das Cidades
MEI	Microempreendedor Individual
MO	Mão de Obra
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PVE	Ponto de Entrega Voluntária
RAM	Random Access Memory
RCC	Resíduos de Construção Civil.
REEE	Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
TREE	Tratamento de Resíduos Eletroeletrônicos

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

$\approx$ Aproximação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Objetivo geral.....	20
1.1.1. Objetivos específicos.....	20
1.2. Estrutura do Trabalho	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1. Resíduos Sólidos	21
2.2. Resíduos Eletroeletrônicos	24
2.2.1. Geração de Resíduos Eletroeletrônicos	25
2.2.2. Impactos dos Resíduos eletroeletrônicos.....	27
2.2.3. Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos.....	29
2.3. Logística reversa e Economia Circular	33
2.4. Reinscrição de materiais: <i>Upcycling x Recycling x Downcycling</i>	36
2.4.1. Análise Síncrona	39
2.5. Valorização do produto artesanal e empreendedorismo.....	45
3. METODOLOGIA	46
3.1. Coleta de dados em bases científicas	46
3.2. Fluxograma das atividades para confecção do produto	46
3.3. Triagem e Seleção dos materiais	48
3.4. Upcycling: Design do Produto Artesanal	50
3.5. Confecção do Artesanato.....	53
3.6. Produto: Critérios de avaliação e precificação do produto.....	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
4.1. Análise da coleta de dados e fluxo de processo.....	59
4.2. Triagem e seleção dos REEE coletados	61
4.3. Design e desenvolvimento do kit de joias: <i>Upcycling</i>	64

4.4. Valorização e empreendedorismo	69
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE A - Síntese de trabalhos utilizados para a fundamentação teórica .	80
APÊNDICE B - Detalhamento da Confecção do kit de joias: Modelo 01.....	82
APÊNDICE C - Detalhamento da Confecção do kit de joias: Modelo 03.....	85

1. INTRODUÇÃO

Os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) tornaram-se uma problemática da sociedade moderna em constante crescimento, devido ao rápido avanço da tecnologia e, conseqüentemente, ao aumento da obsolescência dos equipamentos eletrônicos. Essa evolução tecnológica tem trazido inúmeras vantagens em termos de conectividade, eficiência e facilidade de uso, o que leva cada vez mais pessoas a buscarem novos dispositivos eletrônicos para atender suas necessidades (Santos, 2016; Santana; Marques, 2017).

No entanto, o lado negativo desse progresso é a geração massiva dos REEE. O tempo médio de utilização de um telefone móvel, por exemplo, é menor que 3 anos nos países em desenvolvimento e menor que 2 anos em países desenvolvidos, o que acarreta um descarte muito frequente desses aparelhos (Sarath *et al.*, 2015).

Estima-se que esse tipo de resíduo seja um dos de crescimento mais rápido no mundo, tornando-se um desafio ambiental e econômico significativo. A falta de conhecimento sobre a destinação correta desses resíduos e a ausência de uma cultura de reciclagem adequada contribuem para agravar essa situação (Baldé *et al.*, 2017, Nascimento *et al.*, 2018; Lourenço, 2019).

Estima-se que o Brasil é o 5º maior produtor de resíduos eletroeletrônicos no mundo, gerando cerca de 2,5 milhões de toneladas anualmente, porém pouco desse montante é coletado para reciclagem ou descarte adequado (Campos *et al.*, 2020). No sentido de resolver estas questões, tem-se buscado o desenvolvimento de novas metodologias para promover a recuperação dos REEE, de forma a evitar a extração dos recursos naturais e impedir o descarte inadequado de resíduos no meio ambiente (Baldé *et al.*, 2017; Stalter, 2022).

A adoção da economia circular no gerenciamento dos REEE, vem se destacando como alternativa, por ter suas bases no prolongamento da vida útil dos produtos, na aplicação do ecodesign que favoreça a reciclagem, buscando um ciclo de vida que considere o reuso e/ou remanufatura dos produtos, bem como a criação de modelos de negócios de sistemas de serviços de equipamentos ao invés de venda dos produtos (Parajuly *et al.*, 2020; Xavier; Ottoni; Lepasky, 2021).

O *upcycling* é uma metodologia, que visa recuperar determinado resíduo, transformando-o no sentido de agregar valor e potencializar a percepção sobre o mesmo, criando um produto novo. Neste sentido, o *upcycling*, pode ser uma ferramenta que possibilite um desenvolvimento sustentável, trazendo uma percepção do resíduo eletroeletrônico como material reutilizável e como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho, renda e promotor de cidadania (Baptista *et al.*, 2018).

Nesta perspectiva, visando colaborar e ampliar o conhecimento neste tipo de resíduo, buscou-se compreender e analisar, o contexto dos REEE gerados no mundo e no Brasil, a fim de elaborar um produto a partir de materiais presentes REEE pós-consumo que possam contribuir com a mitigação de impactos e promover o empreendedorismo, com base nos princípios da economia circular.

1.1. Objetivo geral

Analisar a aplicação do *upcycling* em REEE, a partir da confecção de um kit de joias, como uma alternativa sustentável para a gestão de resíduos e valorização do empreendedorismo.

1.1.1. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho de conclusão de curso são:

- Quantificar os materiais presentes em REEE pós-consumo coletado pelo projeto TREE;
- Analisar o potencial do *upcycling* como atividade empreendedora e fonte de geração de renda
- Estimar o custo da confecção de um kit de joia com base nas premissas da economia circular

1.2. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco (05) etapas, incluindo esta introdução como a primeira. Na segunda etapa é apresentada uma sucinta revisão bibliográfica pertinente à temática abordada, na qual se disserta sobre os seguintes tópicos: Resíduos Sólidos, sua classificação e impactos, Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), estudos sobre a geração e impactos, logística reversa e

Economia circular, *Upcycling* e o empreendedorismo. A terceira descreve a metodologia empregada neste trabalho. Já, a quarta etapa, apresenta os resultados e discussão. E, na quinta, são apresentadas as considerações finais. Por fim, são apresentados as referências bibliográficas e os Apêndices.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão bibliográfica, pretende-se fazer a análise e discussão de temas que tem fundamental importância para este trabalho, com o intuito de criar um referencial teórico que irá guiar o entendimento de toda a pesquisa.

2.1. Resíduos Sólidos

Com o passar dos anos, o nosso cotidiano passa por diversas transformações, abrangendo desde os métodos de obtenção e produção de alimentos, locomoção, e até mesmo os padrões de construção e consumo em geral. Essas interações entre o homem e a natureza passaram por mudanças significativas, enfrentando várias fases positivas e negativas, e entre essas dificuldades, pode-se citar como exemplo a produção de resíduos sólidos em grande escala.

Existem diversas razões que contribuem para o aumento na produção de resíduos sólidos, sendo uma delas a transformação na maneira como os seres humanos interagem com as matérias-primas essenciais para suas atividades cotidianas. A Lei Nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, define resíduo sólido como sendo:

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (art. 3º, XVI, Lei nº12.305/2010)

Com isso, os resíduos sólidos, são aqueles que são descartados ao chegar no fim da sua vida útil, produzidos por diversos meios, seja do residencial, hospitalar, ou

até mesmo industrial, por isso é de suprema importância conhecer os critérios de classificação para a realização adequada da gestão desses resíduos.

A NBR 10004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, classifica os resíduos sólidos quanto à sua periculosidade, como:

a) Resíduos classe I – Perigosos: são os resíduos que apresentam em suas características riscos ao meio ambiente e à saúde pública, quando são dispostos de maneira irregular ou incorreta. Algumas de suas propriedades são: Inflamabilidade; Corrosividade; Reatividade; Toxicidade; Patogenicidade.

b) Resíduos classe II – Não perigosos

- Resíduos classe II A – Não inertes: os que não se encaixam nas classificações adotadas classe I - perigosos ou classe II B - inertes, de acordo com a ABNT NBR 10004. São os resíduos que também apresentam a possibilidade oferecer risco ao meio ambiente e aos seres vivos, devido a suas características: Combustibilidade; Biodegradabilidade; Solubilidade em água.

- Resíduos classe II B – Inertes: os que, de acordo com a ABNT NBR 10007, 10006, quando submetidos à contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada à temperatura ambiente não apresentaram solubilização de nenhum de seus 19 componentes em valores maiores que os padrões de potabilidade de água, de acordo com a ABNT NBR 10004.

A quantidade de resíduos sólidos gerados e sua composição são fatores preocupantes na sua gestão. No ano de 2012, por exemplo, o banco mundial quantificou que todas as cidades do planeta produziam cerca de 1,3 bilhões de toneladas anuais de resíduos sólidos. A geração de lixo per capita quase dobrou nos últimos anos, chegando na segunda década do milênio a 1,2 quilo por pessoa por dia (World Bank, 2012). Com a pandemia da COVID-19, o setor de limpeza urbana e manejo de resíduos no mundo, teve a sua rotina alterada, por diversos fatores, como as medidas de distanciamento e restrições, impactando diretamente na geração e no descarte dos resíduos (Abrema, 2022).

Em 2022, após a pandemia da Covid-19 observou-se que a rotina da população teve um retorno gradual, fazendo com que, o manejo e consumo desses materiais tivesse uma mudança significativa. Também no mesmo ano, começou a edição do Decreto no 10.936/2022, trazendo a nova regulamentação para a Lei 12.305/2010. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Decreto no 11.043/2022, que instituiu o

Planares – Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o principal instrumento previsto na Lei, que estabelece as estratégias, diretrizes e metas para o setor, num horizonte de 20 anos (Abrema, 2022).

No último Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente - ABREMA, do ano de 2023, estimou-se um valor médio de geração de resíduos sólidos urbanos por brasileiro de 1,04 kg de RSU por dia em 2022. Aplicando esse valor à população brasileira divulgada pelo Censo Demográfico 2022, estima-se que aproximadamente 77,1 milhões de toneladas de RSU foram geradas no país em 2022. Isso corresponde a mais de 211 mil toneladas de resíduos gerados por dia, ou cerca de 380 kg/habitante/ano (Abrema, 2023).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), disponibiliza dados, que auxiliam na verificação e avaliação da evolução dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos desde o ano de 2002. O último Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, (Figura 1) baseando-se no ano de 2022, identificou que a coleta média de Resíduos sólidos Urbanos - RSU em relação à população total foi de 0,98 kg/hab. Dia. Essa estatística ressalta a necessidade urgente de ações preventivas em todo o país para minimizar o descarte desses resíduos.

Figura 1 – Dados do SNIS referentes a Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos (MRSU), ano base de 2022.



Fonte: SNIS (Brasil, 2023).

Os dados evidenciam os desafios persistentes na gestão adequada dos resíduos sólidos no Brasil, especialmente quanto à definição de políticas públicas intersetoriais que possam garantir uma destinação correta. No caso dos REEE, há uma demanda específica para que o gerenciamento considere suas características e composição. Esses resíduos, que possuem componentes potencialmente tóxicos e materiais recicláveis de alto valor, exigem uma abordagem diferenciada que inclua coleta seletiva, reciclagem especializada e destinação final adequada.

Portanto, é essencial que as políticas públicas abordem o tratamento desses resíduos de forma específica e integrada, levando em conta a colaboração entre setores públicos e privados, além de incentivos à educação ambiental que fomentem práticas de consumo e descarte sustentáveis.

2.2. Resíduos Eletroeletrônicos

Os resíduos eletroeletrônicos são formados por vários tipos de equipamentos eletroeletrônicos e elétricos, incluindo todos os seus acessórios, que foram descartados. Esses resíduos podem ser provenientes de usos domésticos, industriais, comerciais ou de serviços, e estão fora de uso, sujeitos a disposição final.

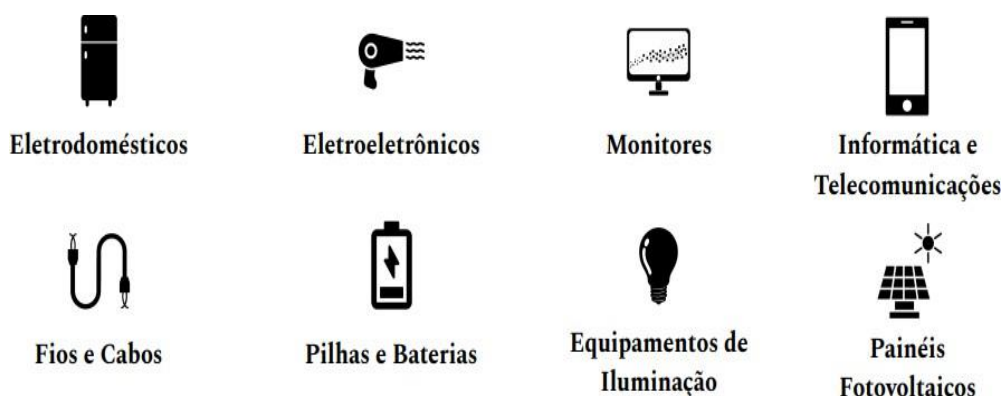
No Brasil, esses equipamentos são definidos, de acordo com o Decreto 10.240/2020, como aqueles cujo funcionamento depende de correntes elétricas com tensão nominal de, no máximo, 240 V (duzentos e quarenta volts) (Brasil, 2020).

Para a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2012), os equipamentos eletroeletrônicos podem ser divididos em quatro categorias amplas:

- a) **Linha Verde:** computadores, desktops e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares;
- b) **Linha Marrom:** monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras;
- c) **Linha Branca:** refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar; e
- d) **Linha Azul:** batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras.

Entretanto a literatura apresenta mais de uma classificação. No ano de 2020, o CETEM - Centro de Tecnologia Mineral através de Xavier *et al.* (2020), publicou um Guia de desmontagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, que evidencia uma categorização de REEE mais voltada para o mercado do reaproveitamento e reciclagem. A Proposta de classificação (Xavier *et al.*, 2020) é composta por oito categorias, descritas na Figura 2.

Figura 2 – Proposta de Classificação dos REEE em oito categorias do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).



Fonte: Xavier *et al.*, 2020.

Essa proposta de classificação de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), engloba as baterias, pilhas e lâmpadas. Ela também enfatiza alguns componentes podem ser recondicionados recuperação e reciclagem, como fios e cabos, já que são valiosos por terem cobre em sua composição. Em breve, os painéis fotovoltaicos também devem ser incluídos nessa classificação, devido ao número elevado de descarte desses produtos após o consumo.

2.2.1. Geração de Resíduos Eletroeletrônicos

Em conformidade com o crescimento populacional, ocorre um crescimento concomitante do consumo de equipamentos eletrônicos e elétricos nas sociedades no mundo todo, o que, por sua vez, gera um aumento significativo dos resíduos descartados.

Segundo os dados do *The Global E-waste monitor* (2020). O Brasil é o quinto maior gerador de resíduos eletroeletrônicos do mundo e o segundo maior no continente americano, atrás apenas dos Estados Unidos.

Assim, de acordo com estimativas da ONU através também do programa E-Waste Global Monitor, foram geradas 62 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos em 2022 (Tabela 1), dos quais apenas 22% foram devidamente recuperados, segundo Cornelis et al. (2024). Especificamente no Brasil, o relatório aponta que foram gerados 2,4 milhões de toneladas, e caso continue neste ritmo tem-se uma estimativa de aumento de até 32% nos anos seguintes.

Tabela 1 – Geração Mundial de REEE em toneladas.

Ano	Geração do REEE (ton.)
2010	34 Milhões
2014	41,8 Milhões
2019	56,3 Milhões
2022	62 Milhões

Fonte: Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. *The Global E-waste monitor* (2024).

Forti et al., (2020); Baldé et al., (2024), justificam também nos seus relatórios, um aumento significativo anual da geração dos REEE no Brasil, entre os anos de 2014 e 2024 (Tabela 2), tendo um aumento de aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de resíduos, subindo no percentual de 72% aproximado na sua geração, resultando consequentemente no aumento da geração *per capita*.

Tabela 2 - Geração média per capita estimada do Brasil pelo E-Waste Global Monitor.

Ano	Geração Média per capita (kg/hab./ano)	Autor e Ano publicado
2014	7,0	Baldé et al., (2015)
2017	7,4	Baldé et al., (2017)
2019	10,2	Forti et al., (2020)
2024	11,4	Baldé et al., (2024)

Fonte: Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. *The Global E-waste monitor* (2020).

A crescente geração demonstrada nos dados é preocupante, e ainda se estima que até 2030, essa produção cresça ainda mais, ultrapassando 82 milhões de

quilos de resíduos. Esse aumento não reflete somente ao avanço tecnológico, remete também, ao comportamento do consumidor, que tende a descartar seus resíduos em um ritmo mais acelerado, esse ciclo vicioso traz impactos socioambientais, que precisam ser abordados de forma mais detalhada (Cornelis *et al.*, 2024).

2.2.2. Impactos dos Resíduos eletroeletrônicos

Com o surgimento de usuários cada vez mais exigentes, os veículos de comunicação, especialmente as mídias sociais, estão se tornando mais fortes e conectados. Esse avanço significativo na comunicação provoca uma geração desenfreada de resíduos, o que causa preocupação sobre os impactos ambientais e sociais.

A rápida evolução tecnológica e a crescente demanda por dispositivos mais avançados estão impulsionando a obsolescência acelerada, resultando em um ciclo de vida útil cada vez menor para os produtos. Essa redução leva a um aumento substancial dos resíduos eletroeletrônicos, representando uma questão emergente de gerenciamento, tratamento e destinação de resíduos, não apenas no Brasil, mas globalmente.

Uma preocupação relevante acerca dos REEE é o seu alto potencial tóxico, devido à presença de diversos metais pesados em sua composição. Esses metais, como chumbo, cádmio, cobre, zinco e manganês e outros, são extremamente prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, quando descartados de forma inadequada. Além dos metais pesados, há também elementos de alto valor agregado, como ouro e prata, que podem se infiltrar no meio ambiente gerando uma alta contaminação que pode afetar o solo, os lençóis freáticos e a fauna e flora locais. Além disso, as substâncias tóxicas podem ser absorvidas pelos seres humanos através da cadeia alimentar, levando a doenças que variam desde problemas de saúde até lesões cerebrais (Quadro 1).

É essencial entender os efeitos causados pelos componentes presentes nos resíduos eletroeletrônicos (REEE) e as soluções voltadas para a proteção do meio ambiente, visando garantir a qualidade de vida dos seres vivos.

Quadro 1– Resíduos Eletroeletrônicos e seus impactos à Saúde Humana.

Linha	Produtos	Componentes	Composição	Causas	Autor
Verde	Computadores	Soldas para placas de circuito.	Chumbo	Neuropatia periférica e disfunção renal crônica.	O'malley et al., (2022)
Verde	Celulares	Microchips e alguns componentes Semicondutores	Arsênio	A ingestão de doses (70 a 180 mg) de inorgânico pode ser fatal.	Colasso (2020)
Verde	Teclado	Revestimentos metálicos de teclas ou em Contatos elétricos.	Níquel	Irritação e coceira na pele; Dermatite de contato.	Zanin (2023)
Verde	Cabo USB	Fios Condutores.	Cobre	Anemia Hemolítica; Doença de Wilson	Almeida (2022)
Marrom	Caixa de Som	Revestimento anticorrosivo em partes metálicas das caixas de som.	Cromo Hexavalente	Perfuração no septo nasal e carcinoma pulmonar.	Johnson (2023)
Sem linha	Lâmpadas	Lâmpadas fluorescentes compactas (CFLs)	Mercúrio	Síndrome neurológica Mal de Minamata	Galligan i (2023)
Marrom	Monitores	Telas de LCD	Mercúrio	hidrargirismo	Galligan i (2023)
Sem linha	Pilhas	Pilhas alcalinas Pilhas recarregáveis	Óxido de Mercúrio Óxido de níquel	Tremores, insônia, fraqueza muscular e em casos extremos morte.	ONU (2022)

Fonte: elaboração própria (2024)

Devido às consequências danosas tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente, o descarte inadequado do “lixo eletrônico” configura crime ambiental (Macedo, 2017). Seguindo uma linha protetiva, uma lei de extrema importância na

proteção do meio ambiente surgiu no ano de 1998, a Lei 9.605, que é responsável por criminalizar as condutas lesivas ao meio ambiente. Dentre estas condutas, o descarte irregular de resíduos está entre as mais prejudiciais ao meio ambiente e conseqüentemente à saúde pública, e, portanto, foi corretamente caracterizada como crime no artigo 54 da citada lei, que pune o descarte em desacordo com as exigências legais, inovando ao penalizar criminalmente não apenas as pessoas físicas, mas também pessoas jurídicas.

Percebe-se, no entanto, que apesar da problemática do descarte irregular ser firmemente abordada na legislação do nosso país, só isso não é o bastante. A questão que deve ser resolvida pelo Poder Público está em fazer-se cumprir estas leis, precisa haver uma maior fiscalização e uma punição mais efetiva, para que sejam efetivamente respeitadas. Também é papel primordial do Estado promover a educação da população em matéria ambiental e incentivos para as pessoas físicas e empresas que tenham responsabilidade socioambiental.

Portanto, para garantir a eficácia das leis relacionadas ao impacto dos resíduos eletrônicos, é crucial entender suas classificações e assegurar uma gestão adequada. Com isso, podemos minimizar os danos ao meio ambiente e à saúde pública.

2.2.3. Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos

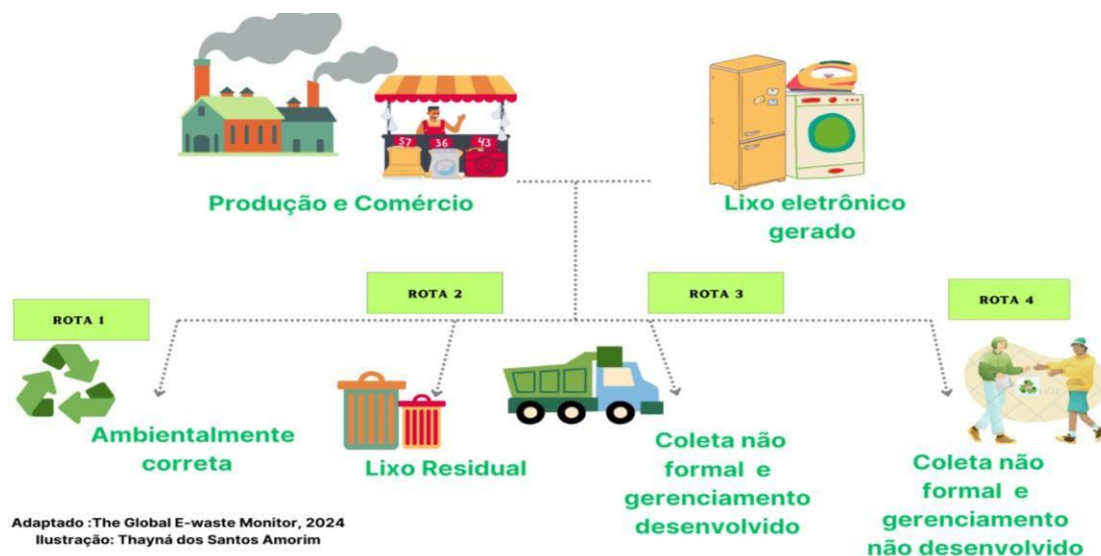
A importância de uma boa gestão dos resíduos eletroeletrônicos é de suma importância para a preservação do meio ambiente, seja pela sua reciclagem ou por trazer inovações desses mesmos produtos, entretanto, exige um acompanhamento especial, que envolve um processo complexo, da sua coleta, até a destinação final.

Segundo Baldé *et al.*, (2024), no ano de 2022, no mundo foram coletados de forma correta, uma estimativa de 13,8 milhões de toneladas de REEE no mundo todo. A maior dificuldade para o descarte adequado desse resíduo, é a forma de tratamento e destinação, o custo de implementação de instalações especializadas ainda é muito caro.

Quando o resíduo eletroeletrônico se torna obsoleto ou pós-consumo ele deve ser descartado, então começa todo o seu processo até o seu tratamento final. Baldé *et al.*, (2024), explana que a primeira etapa, que é a sua coleta, é crucial para o seu

gerenciamento, propondo 4 rotas para o gerenciar e fornecer dados referentes ao descarte (Figura 3).

Figura 3 - Rotas de gerenciamento para produção estatísticas do *The Global E-Waste Monitor* (2024).



Fonte: Traduzido e adaptado de Baldé *et al.*, (2024)

A rota 2 proposta por Baldé *et al.* (2024) conforme a Figura 3, é o modelo mais utilizado no Brasil, onde os resíduos pós-coleta são destinados aos aterros sanitários. Em 2022, estima-se que 14 milhões de toneladas de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) foram descartados de forma inadequada em todo o mundo. Esses resíduos foram combinados com outros tipos de resíduos sólidos domésticos, algo que é comum em países com maior nível socioeconômico. Frequentemente, esses materiais são descartados em aterros, sem passar por nenhum procedimento de reciclagem. Evidenciando a necessidade de melhorias nesse gerenciamento.

A rota que está em fase de implementação no Brasil, através do Decreto 10.240/2020 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei 12.305/2010 (Brasil, 2010) é semelhante à rota 1 (Figura 3), considerada ambientalmente adequada por Baldé *et al.*, (2024). Essa Rota consiste em um sistema de coleta, triagem, tratamento e disposição final adequada dos rejeitos provenientes do processo, no entanto, diversos fatores como a dificuldade de coleta, burocracia e falta de mão de obra qualificada ainda impedem a efetivação desse modelo de gestão de REEE no Brasil, conforme destaca Giese *et al.*, (2021).

A cidade de João Pessoa não conta com uma política pública específica para gestão dos REEE, entretanto, notou-se que algumas empresas conseguiram implementar pontos de entrega voluntária (PEVs) na região metropolitana (Quadro 2) em cumprimento a lei 12.305/2010, permitindo que a rota 1 fosse efetivada, e a população pudesse destinar corretamente seus resíduos e contribuir para mitigação dos impactos.

Quadro 2 – Pontos de Entrega Voluntária em João Pessoa e no Município de Santa Rita - PB.

Pontos de Entrega (PEVS)	Itens Aceitos	Bairro	Cidade
PEV ABREE - LOJA VIVO MANAIRA SHOPPING CENTER	Celulares e seus acessórios, pilhas e baterias.	Manaíra	João Pessoa
PEV ABREE - MAGALU MANAÍRA SHOPPING CENTER	Resíduos de pequeno e médio porte	Manaíra	João Pessoa
PEV ABREE - LOJA VIVO SHOPPING SUL	Celulares e seus acessórios, pilhas e baterias.	Bancários	João Pessoa
PEV ABREE - MAGAZINE LUIZA SANTA RITA	Resíduos de pequeno e médio porte	Centro	Santa Rita
CENTRAL DE LOGÍSTICA REVERSA DE ELETROELETRÔNICOS DE JOÃO PESSOA	Resíduos de pequeno e médio porte	Mangabeira	João Pessoa
PEV ABREE - MAGALU (CENTRO 1 e 2)	Resíduos de pequeno e médio porte	Centro	João Pessoa

Fonte: adaptado de TREE-UFPB (2024).

Quando não há uma cooperativa, ou empresa que adote o sistema de destinação adequada, o tratamento desses resíduos passa a ser uma etapa crucial, porém, em 2020, o Cetem (2021) lançou um E-book destinado a cooperativas, como forma de incentivar a reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos. No entanto, o livro ainda apresenta muitas dificuldades na parte do tratamento de resíduos perigosos, focando apenas na reciclagem de sucata eletroeletrônica.

No Brasil, o tratamento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) ainda é financeiramente caro. Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos sólidos, incluindo os REEE, são materiais descartados advindos de atividades que tenham, diretamente ou indiretamente, interferência humana, mas que ainda podem ser tratados e recuperados e, assim, desempenhar uma função. Diferentemente dos rejeitos, que são resíduos que não possuem mais nenhuma possibilidade de tratamento e recuperação, restando apenas a destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010). Porém, acabam sendo encaminhados para os aterros sanitários, que resulta na perda do valor desses materiais e na oportunidade de reaproveitamento, o que é extremamente errado.

Entretanto, a forma como os resíduos são gerenciados varia conforme o tipo de resíduo, incluindo as técnicas de tratamento adotadas e para que se tenha uma destinação final adequada, como prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, no inciso VII do art. 3º (Lei 12.305/2010) define:

Destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010, art. 3o)

Para promover uma gestão mais eficaz e sustentável dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), é fundamental investir em tecnologias que possibilitem sua recuperação e reaproveitamento. Essas iniciativas evitam o desperdício de recursos, além de contribuírem diretamente para a preservação ambiental. Nesse contexto, novas alternativas estão sendo desenvolvidas com o

objetivo de aprimorar a gestão desses resíduos, promovendo a proteção do meio ambiente e beneficiando todas as formas de vida que dele dependem.

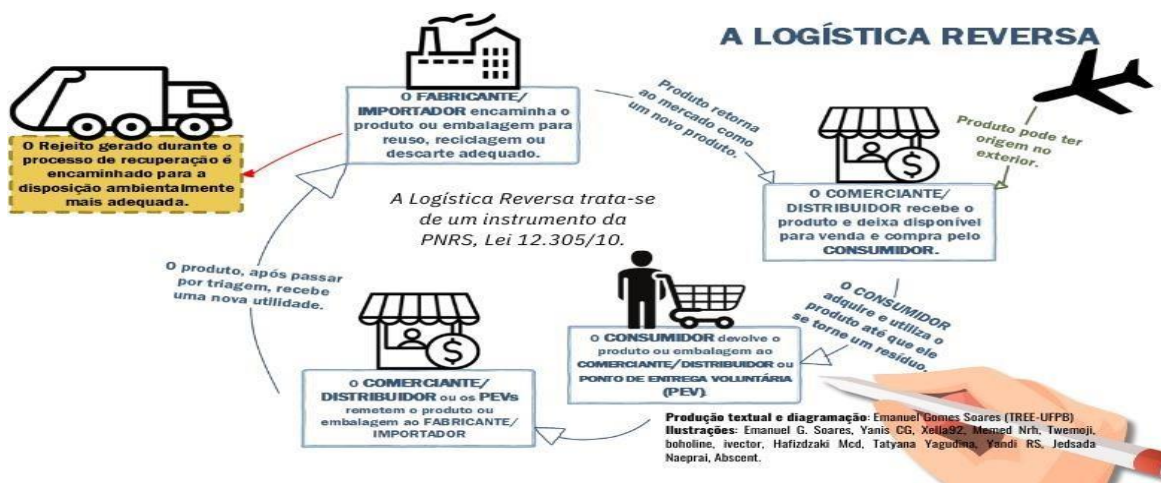
2.3. Logística reversa e Economia Circular

Existem diferentes citações e definições sobre a logística reversa - LR, demonstrando que o assunto está em constante evolução, tendo em vista as diversas possibilidades de negócios que vem surgindo a cada ano.

Conforme Art. 33 da PNRS (Lei 12.305/2010) entende-se a logística reversa, como um instrumento de desenvolvimento socioeconômico caracterizado por diversas ações, procedimentos e metas destinadas a viabilizar a coleta e a recuperação dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento, em seus ciclos produtivos ou outra destinação final ambientalmente adequada. O entendimento de logística é voltado, de modo geral, apenas para o deslocamento dos materiais entre o local de produção e o de consumo. No entanto, há uma movimentação entre o local de consumo e o fabricante que precisa ser gerenciado (Oliveira, 2017).

A logística reversa permite uma abordagem mais sustentável para o modelo linear de produção, que estabelece a vida útil dos produtos com base na sequência de extração de matéria-prima, produção, consumo e descarte. Esse modelo linear já está ultrapassado, pois não considera as possibilidades de reutilização e o potencial de muitos resíduos, caso sejam geridos e reciclados adequadamente conforme demonstrado no fluxograma da logística reversa proposto pelo TREE (Figura 4).

Figura 4 – Fluxograma da Logística Reversa dos REEE.



Fonte: cartilha do TREE-UFPA (2024).

Segundo Zarbakhshnia, et al. (2018), há três fatores que motivam a recuperação dos resíduos sólidos, incluindo os REEE, são: Legislação que consiste no motivador social; a economia gerada, pela recuperação do material, que consiste no motivador financeiro e; preocupações ambientais, decorrente do descarte incorreto, tal fator consiste no motivador verde.

Muitas empresas do mercado nacional adotam esse sistema, o que é promissor e traz resultados satisfatórios no ponto de vista econômico, no entanto, apesar da importância dessa logística não são todos que aceitam e usam desta ação. Com isso, a Lei nº 12.305/2010, no art. 33, dispõe que o sistema de logística reversa se torna obrigatória para as seguintes cadeias:

- Pilhas e Baterias;
- Pneus e Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes;
- Produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro.

A implementação da logística reversa dos resíduos ainda é desafiadora. O acordo setorial para uma parte dos REEE foi assinado no ano de 2019 com o intuito de melhorias na estruturação e operação na implementação do sistema de logística reversa dos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus respectivos componentes de abrangência nacional.

Entretanto, a conscientização da população sobre a importância do descarte correto dos resíduos, como etapa da sua responsabilidade, ainda é escassa. Muitas pessoas ainda não têm conhecimento dos danos ambientais causados pelo descarte inadequado e acabam descartando resíduos perigosos junto com o resíduo doméstico.

Segundo Martins (2019), a economia circular, assim como a logística reversa surgiu com o objetivo de promover uma gestão correta e sustentável dos resíduos, atribuindo-lhes valor. Embora seja um conceito mais recente, vem ganhando

destaque. Ambos os modelos compartilham a meta de reduzir o desperdício e reaproveitar materiais, alinhando-se a práticas mais responsáveis e eficientes.

No entanto, é um conceito mais complexo, enfrenta alguns desafios, como o fato de ser preciso redesenhar os produtos, para que seja executado de forma eficiente em todos os setores produtivos. Na Europa os estudos estão mais avançados, porém no Brasil tal conceito é muito recente e ainda é preciso maior entendimento sobre, mais discussões, para que assim o mesmo seja implantado em grande escala.

A economia circular abrange diversas áreas relacionadas ao manejo de resíduos, incluindo a recuperação inicial de matérias-primas, o reaproveitamento de resíduos e a prática de mineração urbana. Essas iniciativas apresentam vantagens socioambientais importantes, uma vez que os processos envolvidos trazem benefícios econômicos e sociais claros. Em particular, essa abordagem contribui para o crescimento do mercado de reciclagem, o que se torna especialmente vantajoso para países com economias em desenvolvimento.

Neste sentido, a produção de equipamentos eletroeletrônicos mais sustentáveis pode empregar técnicas como *ecodesign*, eficiência energética, gerenciamento da cadeia logística, entre outras. Estes mecanismos amparados por políticas públicas de incentivo aos processos produtivos sustentáveis podem contribuir para a melhoria do gerenciamento de REEE (Parajuly *et al.*, 2020)

O desenvolvimento da economia circular dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil está na sua fase ainda inicial, por causa do baixo interesse da população nos seus processos de descarte ambientalmente correto, como também, na obsolescência, seja ela, na forma de consumo e na de estocar um produto sem uso.

Essa circularização da economia, pode ganhar uma força maior se for aderida através de parcerias entre o governo, as universidades e as indústrias, a fim de estabelecer um ciclo econômico agregado ao produto, que vai da sua criação até o seu descarte, aliado a políticas públicas.

2.4. Reinserção de materiais: *Upcycling* x *Recycling* x *Downcycling*

O contexto levantado condiciona preocupações com o futuro do planeta tem impulsionado a busca por novas ideias capazes de minimizar os impactos ambientais gerados pelas atividades organizacionais. Nesse contexto, o *upcycling* se destaca por promover o reaproveitamento de materiais, transformando-os em produtos de maior valor ou qualidade em comparação ao original. Este processo é visto como uma alternativa promissora para a redução do uso de materiais e energia na produção, além de fomentar o consumo sustentável (Michelin; Reinke, 2019). Esses materiais são transformados em novos produtos, sem passar por processos químicos, dando-lhes uma nova função e prolongando sua vida útil.

O termo *upcycling* foi popularizado por William McDonough e Michael Braungart em seu livro *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* (2002), onde os autores afirmam que o objetivo principal é evitar o desperdício de materiais úteis. Ao reduzir o consumo de novas matérias-primas na produção de novos produtos, o *upcycling* contribui para diminuir o uso de energia, a poluição do ar e da água, e as emissões de gases de efeito estufa.

O processo do *upcycling* tem crescido significativamente por ser uma alternativa não apenas ecologicamente correta, mas também de baixo custo, já que se fala da reutilização, o que o torna atraente para o mercado. Artesãos que praticam a reutilização veem nesse processo uma oportunidade de transformar resíduos em produtos de valor. Além do termo *upcycling* são descritos na literatura, outros dois termos que fazem parte desta preocupação ambiental, que são o *Recycling* e *Downcycling*.

O *recycling* é a recuperação dos materiais de um determinado produto para a produção de outro produto a partir deste, ou seja, recupera-se um material e este se torna matéria-prima do mesmo produto que fazia parte. O *Downcycling* é um processo no qual se recupera um material para reuso em um produto com menor valor, ou seja, a integridade do material é, de certa forma, comprometida com o processo de recuperação e isto significa que ele não pode ser usado novamente para se fabricar o produto original (Guarnieri, 2011). Pode ser vinculado à reciclagem também, pois reduz a qualidade do material ao longo do tempo, neste processo.

Segundo Guarnieri (2011), conhecendo a diferença entre esses três termos, e o valor que cada um gera, em termos ambientais, podemos evitar o *Downcycling* e nos tornar cada vez mais adeptos do *upcycling*, forma de agregar mais valor ao resíduo no momento da sua reinserção ao ambiente de negócios.

Em suma, no *upcycling* visa-se evitar o desperdício de materiais potencialmente úteis, aproveitando os que já estão em circulação. Essa técnica reduz a dependência por novas matérias-primas, alinhando-se diretamente aos princípios da economia circular, onde o resíduo, em vez de ser descartado, é transformado e reintegrado na cadeia produtiva. Embora já presente em diversas indústrias, o *upcycling* ainda demanda atenção especial para se consolidar como um pilar da sustentabilidade.

Para que esse processo se concretize, é fundamental estabelecer de forma clara as etapas de coleta, separação, preparação e reciclagem dos materiais. A partir daí, os bens de pós-consumo podem ser reintegrados ao ciclo produtivo, gerando valor econômico e logístico. Para alcançar esse equilíbrio, o desenvolvimento sustentável oferece uma abordagem que combina práticas e políticas voltadas para a preservação ambiental e a eficiência no uso dos recursos.

O REEE consta nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) especificamente no ODS 11- Cidades sustentáveis por meio do indicador 11.6.1 (Percentual de resíduos sólidos urbanos coletados regularmente e com destinação final adequada em relação ao total de resíduos gerados pela cidade.), no ODS 12 – Consumo e produção responsáveis, tendo como indicadores 12.4.2 (Tratamento de resíduos, geração de resíduos perigosos e gestão de resíduos perigosos, discriminados por tipo de tratamento) e 12.5.1 (Taxa nacional de reciclagem e toneladas de material reciclado (subindicador de lixo eletrônico → total de resíduos eletrônico reciclado / total de resíduo eletrônico gerado)). (Forti *et al.*, 2020). Vale salientar que os REEE ainda podem ser incluídos no objetivo 3, de Saúde e bem-estar, e no objetivo 6 de Água potável e saneamento, além de contribuir no emprego e o crescimento econômico, uma vez que a boa gestão dos resíduos eletrônicos pode criar áreas de emprego e impulsionar o empreendedorismo.

O *upcycling* busca a inserção equilibrada, onde a redução dos REEE, engloba a economia circular e os pilares da sustentabilidade que são descritos em 3 pilares.

O Pilar Ambiental envolve a conservação e proteção dos recursos naturais e ecossistemas, a sustentabilidade ambiental se concentra em minimizar o impacto negativo das atividades humanas sobre o meio ambiente, promovendo práticas que preservem a biodiversidade, reduzam a poluição e combatam as mudanças climáticas. O Pilar Econômico se dá pela criação de sistemas econômicos que sejam viáveis e sustentáveis a longo prazo, como promover práticas empresariais e industriais que gerem prosperidade econômica sem comprometer os recursos futuros. Por fim no Pilar Social, aborda-se a dimensão humana da sustentabilidade, focando na promoção da equidade, justiça social e melhoria da qualidade de vida para todos, para que as necessidades básicas das pessoas sejam atendidas e que todos tenham acesso a oportunidades justas e igualitárias (Pegoraro, 2024).

De acordo com Moreira *et al.* (2015), os processos *recycling*, *downcycling* e *upcycling* têm relevância na diminuição dos impactos ao meio ambiente e são procedimentos que devem ser considerados pelas organizações, já que influenciam novas oportunidades de lucro, com matéria-prima, que seria previamente descartada.

O processo *upcycling* compreende a percepção de valor em todos os produtos potencialmente descartáveis, de forma a minimizar possíveis impactos negativos ao meio ambiente, por não utilizar energia e produtos químicos como acontece no *Downcycling*. O material, uma embalagem de biscoito, por exemplo, poderiam ser descartados no meio ambiente, sem passar por processos físicos e químicos, pode-se transformar em guarda-chuvas, bolsas e diversos outros produtos de valor. Para tanto, observa-se a necessidade de criatividade agregada ao processo e, principalmente, de tecnologia que configure um processo inovativo (Moreira *et al.*, 2015, p. 7)

Recentemente o *upcycling* conquistou o mercado, principalmente nos setores do artesanato, design de móveis e de interiores e na indústria da moda, onde muitas dessas empresas procuram atrair consumidores que valorizam práticas éticas e ecológicas, com produtos únicos e personalizados. Na indústria da moda, por exemplo, 71% dos consumidores expressam maior interesse em negócios circulares, como aluguel, revenda e conserto, além de grandes marcas como a *Miu Miu*, que

lançou o *Upcycled by Miu Miu*, uma coleção de 80 vestidos garimpados em lojas vintage ao redor do mundo e transformados em peças exclusivas (Poerner, 2021).

No setor de móveis, diversas empresas transformam madeiras descartadas, os mais comuns são os pallets, onde cria peças com estética única, valorizando o design consciente, nessa nova técnica, ferramentas e materiais também fazem parte desse avanço, um exemplo são as cortadoras a laser e impressoras 3D, onde criam novos produtos mais detalhados com resíduos. Além disso, o uso de tecnologias digitais facilita a prototipagem e o desenvolvimento de novos designs, otimizando o reaproveitamento de resíduos.

No artesanato, o *upcycling* tem sido adotado, especialmente por artesãos que enxergam nas sobras de materiais uma oportunidade para criar peças originais. Garrafas de vidro, metais e até componentes eletrônicos têm sido reutilizados em artigos de decoração, bijuterias e acessórios. O apelo do *upcycling* no artesanato está na criatividade e na capacidade de transformar o resíduo em algo valioso, atraindo consumidores na busca por produtos personalizados e únicos.

Como forma de aprimorar o conhecimento sobre o uso do *upcycling* na criação de produtos artesanais a partir de resíduos eletroeletrônicos, uma ferramenta essencial é a pesquisa e análise em diversos temas correlacionados. Uma abordagem eficaz nesse processo é a análise síncrona, que permite a diversidade de estudos de forma simultânea e integrada. Essa técnica facilita a identificação de padrões e correlações entre aspectos ambientais, sociais e econômicos, o que embasa decisões estratégicas no desenvolvimento de novos produtos.

2.4.1. Análise Síncrona

Segundo Hofstetter (2019), a análise síncrona serve para reconhecer o universo do produto em questão e para evitar reinvenções. A comparação e a crítica dos produtos requerem a formulação de critérios comuns. Convém incluir informações sobre preços, materiais e processos de fabricação.

Neste caso, a análise irá auxiliar na busca de novas técnicas de reutilização dos materiais e ferramentas que estão sendo aplicadas, e também na obtenção de conhecimento sobre os tipos de produtos que estão sendo desenvolvidos na área a

partir da reciclagem ou reaproveitamento dos resíduos eletroeletrônicos ou resíduos sólidos em geral.

Para focar na temática deste trabalho, realizou-se a busca de informações por empresas que já estão atuando no ramo de acessórios, sendo observado a quantidade de produtos feitos por meio do *upcycling*. Para realizar comparações estéticas e estruturais, foram pesquisadas referências na área das bijuterias produzidas por meio de fabricação original, com materiais novos, ou seja, matéria-prima sem uso prévio. A partir desses critérios, foram encontrados dois segmentos principais: i) Empresas com peças produzidas por *upcycling* de resíduos sólidos; ii) Empresas com peças produzidas por *upcycling* de resíduos eletroeletrônicos.

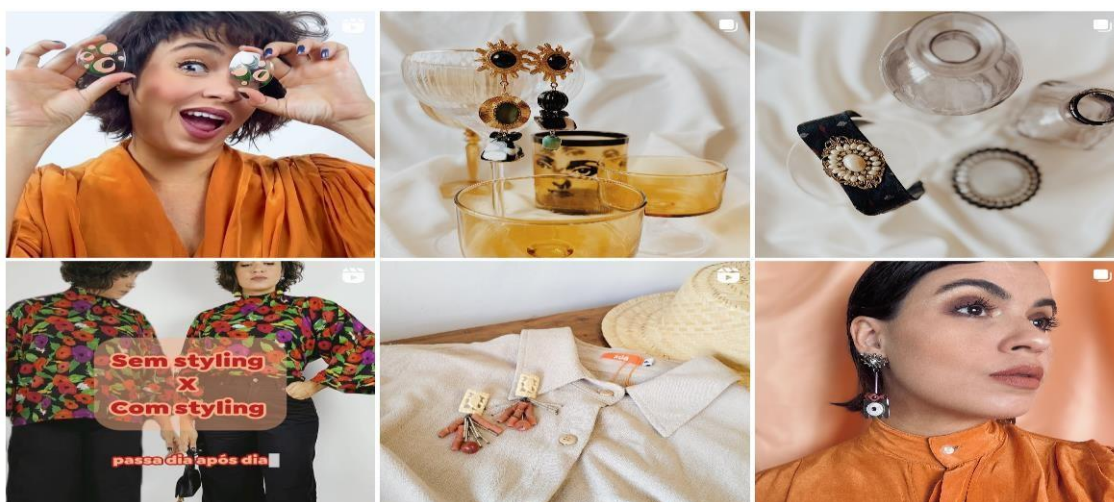
i) Empresas com peças produzidas por upcycling de resíduos sólidos.

Para exemplificar empresas atuantes no mercado que aplicam *upcycling* de materiais diversos presentes nos resíduos sólidos, tem-se, a seguir descrição de 4 empresas:

- Ciranda Flor Ateliê

A Ciranda Flor ateliê (Figura 5), é uma loja que está atuando na área de acessórios há mais de 10 anos, fundada pelo design de moda Karol Mussury, que explorou o seu lado criativo, com a reutilização de objetos simples, materiais encontrados em brechós.

Figura 5 - Ciranda Flor Ateliê - Posts e Produtos.



Fonte: Ciranda Flor Ateliê. Disponível em: <https://www.cirandaflor.com.br>. Acesso em: 17 setembro 2024.

- Yssa Bijuterias e Acessórios

A marca Yssa Bijuterias e Acessórios, produzida pela Artesã Rayssa, é uma marca que transforma lixo em acessórios, fundada no ano de 2017, conta com resíduos sólidos, como por exemplo o papel, papelão, garrafa pet, lata de refrigerante e retalhos de tecido, para a fabricação de brincos. Rayssa desenvolveu os acessórios, transformando-os em renda (Figura 6). A marca conta com alternativas sustentáveis como, embalagens *Eco Friendly*, logística reversa e *Slow Fashion*.

Figura 6 - Yssa Bijuterias e Acessórios - Posts e Produtos.



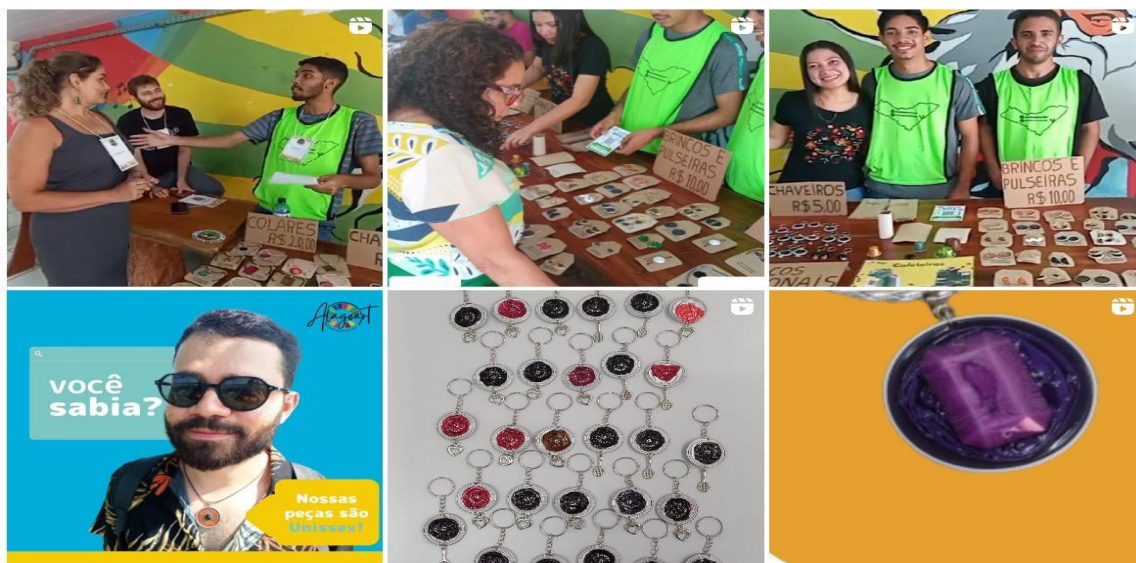
Fonte: yssabiju disponível em: <<https://www.instagram.com/yssabiju/>>. Acesso em: 16 setembro 2024.

- Alagoart Sustentável

Alagoart, localizada em Arapiraca - Alagoas, é um projeto Socioambiental educativo da UFAL, que tem como objetivo a contribuição para os impactos ambientais dos resíduos sólidos e empreendedorismo entre os projetistas, vinculada a outro projeto Alagoas mais limpa, utilizando de cápsulas de café, como matéria prima para a elaboração de bijuterias (Figura 7).

O projeto também realiza *Workshops* e exposições, contribuindo na formação acadêmica dos alunos, conscientizando a população sobre a temática dos impactos relacionados aos resíduos e gerando renda para a população.

Figura 7 - Alagoart Sustentável - Feed - Workshops e Produtos.

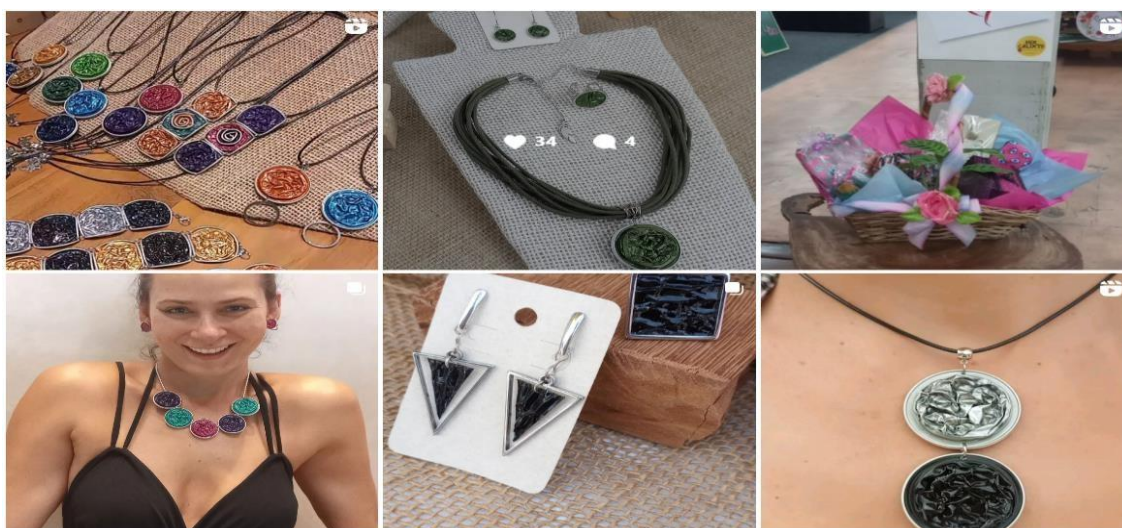


Fonte: Alagoart sustentável. Disponível em:<<https://www.instagram.com/alagoartsustentavel/>>. Acesso em: 16 setembro 2024.

- Baravelli Eco Art.

Fundada por Simoni Baravelli, a artesã, elabora os seus acessórios com a técnica de reutilização daquilo que iria ser descartado (Figura 8). A loja já está a seis anos no mercado e está atuando em São Paulo/SP. Baravelli une em suas peças, beleza, estilo e sustentabilidade, reciclando materiais como cápsulas de café e latas de refrigerante.

Figura 8 - Baravelli Ecojóias e Eco Acessórios - Produtos.



Fonte: (Baravelli 2024) Eco Art. Disponível em:<<https://www.instagram.com/baravelliecoart/>>. Acesso em: 16 setembro 2024.

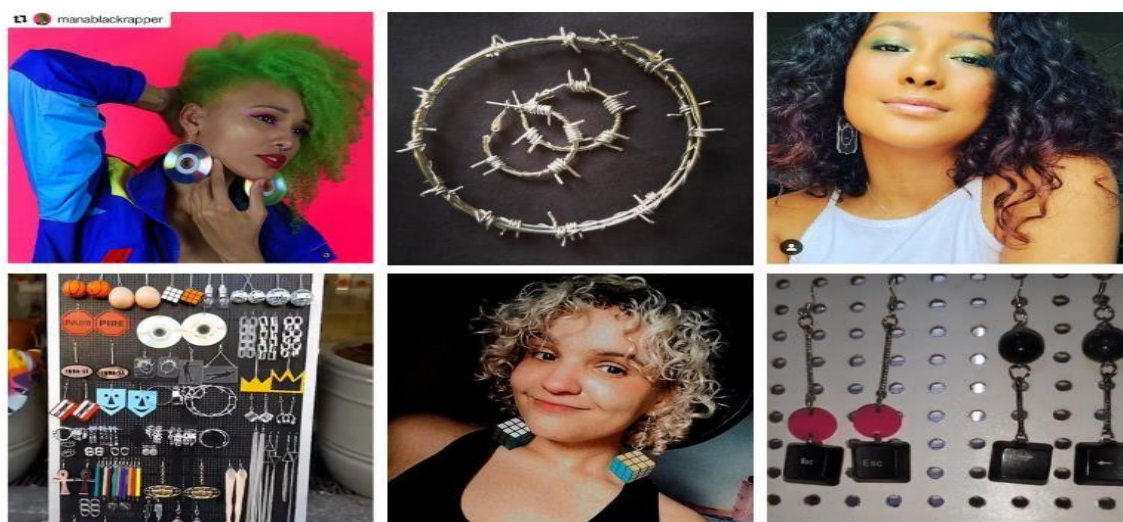
ii) Empresas com peças produzidas por *upcycling* com REEE

Para exemplificar empresas atuantes no mercado de aplicação *upcycling* de resíduos eletroeletrônicos, destaca-se, a seguir descrição de 3 empresas:

- Anjo Negro Store

A anjo negro é uma loja, localizada em São Paulo/SP, que conta com peças de artesanato autoral, produzidas em pequena escala (Figura 9). É divulgada nas suas redes sociais, brincos, pulseiras e colares, utilizando-se dos resíduos eletroeletrônicos e outros, como o níquel e os derivados de ouro e prata. Quando necessária a inserção de novas matérias primas, a empresa opta por materiais de reaproveitamento.

Figura 9 - Anjo negro Store - Redes sociais e Produtos.

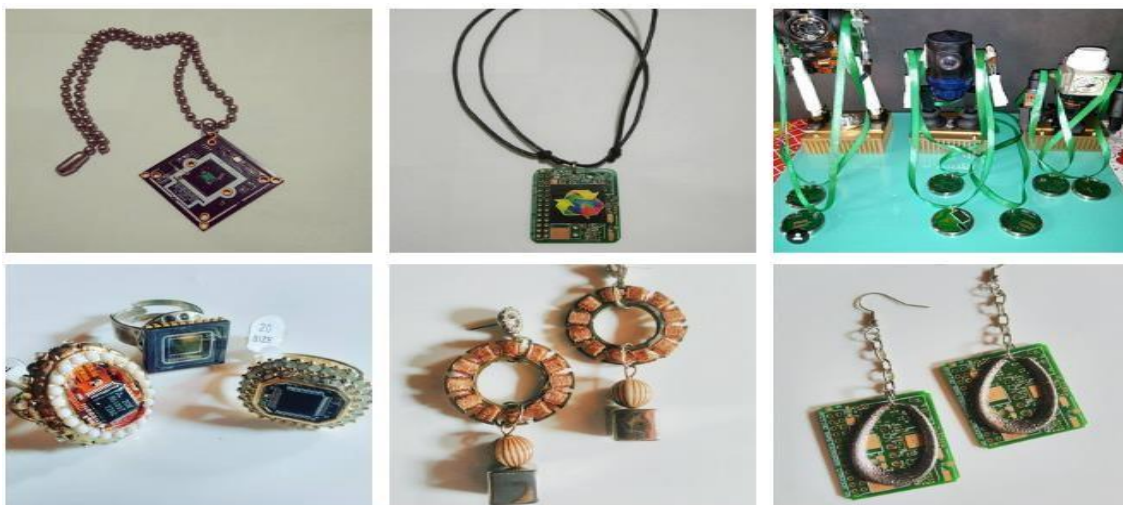


Fonte: Redes sociais da loja. – Instagram Anjo Negro Stores Disponível em :<Anjo NegroStore > Acesso em: 17 setembro 2024.

- Eco Joias Eletrônicas

E-Commerce da empreendedora, Andréa Bibi, localizada em Manaus/AM, no ano de 2014, Andréa tomou a iniciativa de criar joias derivadas de resíduos eletrônicos (Figura 10), como uma fonte de renda extra, iniciou a sua jornada com os resíduos de forma cautelosa, utilizando-se de resíduos oriundo das peças que o seu esposo, que também é artesão, e elabora peças artesanais também de resíduos eletroeletrônicos, atualmente os dois tornam o artesanato com os REEE fonte para a sua família.

Figura 10 - Eco Joias Eletrônicas - Andréa Torres - Produtos.



Fonte: Eco Joias Disponível em: <Eco joias Andréa >. Acesso em: 17 setembro 2024.

- *Tech Girls - BijouxTech®*

A *tech girls* é um programa voltado para o empreendedorismo e educação de mulheres na tecnologia, e com isso é realizado diversas atividades nesse âmbito, a fabricação de bijuterias e itens de decoração, fazem parte dessas atividades.

Figura 11 - BijouxTech - Produtos e workshops.



Fonte: Tech Girls Disponível em: <https://nova-home.com.br/techgirls>. Acesso em: 17 setembro 2024.

Com todos os benefícios do *upcycling*, adotá-lo como um novo modelo de negócios traz vantagens significativas. Além de reduzir o descarte de materiais e minimizar a exploração de recursos naturais, o *upcycling* estimula a criatividade,

resultando em produtos com maior valor agregado. Essa abordagem também reduz os custos de produção e é uma alternativa de baixo investimento para quem deseja iniciar um negócio, contribuindo positivamente para o planeta.

2.5. Valorização do produto artesanal e empreendedorismo

A valorização de um produto artesanal está relacionada ao reconhecimento no seu valor cultural, histórico, na sua estética e na economia, já que é um produto que muitas vezes é feito à mão, concentra-se na sua autenticidade, singularidade e originalidade, sendo um fator diferencial para as peças.

Com destaque nas suas qualidades intrínsecas, do que foi feito e de como será feito, seja pelo uso de técnicas manuais, ou o uso de materiais específicos, como no caso dos REEE e o *upcycling*, ou o conhecimento experiente do artesão no qual valoriza a tradição e a sustentabilidade. Os seus objetivos estão na geração da perspectiva ambiental, no aumento do valor e da demanda dos produtos, e na justificativa da exclusividade e qualidade, que se dá pelo apelo ao impacto socioambiental positivo que esse tipo de produto gera.

O empreendedorismo é a capacidade de gerir negócios com base nas oportunidades, o empreendedorismo é o envolvimento de pessoas e processos que, em conjunto, levam à transformação de ideias em oportunidades, e a perfeita implementação destas oportunidades leva à criação de negócios de sucesso (Sentanin, 2005).

O empreendedor é o responsável pela organização e planejamento e elaborar estratégias para que esse empreendimento se torne próspero. O desenvolvimento de um modelo de negócios, recursos e soluções, é o foco do empreendedorismo, onde o empreendedor tenha liberdade de escolha sobre as suas ações tendo em visto o seu objetivo de torná-lo bem-sucedido e lucrativo.

Mesmo com conceitos totalmente diferentes, a valorização de um produto e o empreendedorismo podem se interligar. O empreendedor que trabalha na confecção de um produto artesanal, pode unir habilidades e estratégias para gerar valor a esses itens no mercado, contribuir na criação de ferramentas, que possam destacar e

explorar nichos de diferentes áreas, inovando na forma de distribuir e comercializar e ajudar com a conscientização sustentável dos consumidores.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi do tipo aplicada, do ponto de vista da sua natureza. Segundo Prodanov e Freitas (2013) essa modalidade de pesquisa “objetiva gerar conhecimento para a aplicação prática dirigidas à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Quanto a sua abordagem, a pesquisa enquadra-se como qualitativa, e de acordo com os seus objetivos, a pesquisa foi caracterizada como exploratória e descritiva.

3.1. Coleta de dados em bases científicas

Para a coleta de dados, recorreu-se a pesquisa e análise de diversos arquivos como: teses, dissertações, artigos em bases de dados acadêmicos. Entre eles, documentos do acervo de periódicos da biblioteca digital do CAPES e base de dados do Repositório Institucional da Universidade Federal da Paraíba. Para o critério de análise do trabalho, a delimitação temporal, ficou a partir do ano de 2014 até 2024, entretanto, foram pesquisados e avaliados anos anteriores para maior base de informações concretas.

Em seguida pesquisou-se por meio de filtros as principais palavras-chave, como, "REEE" (Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos), "REES" (Resíduos de Equipamentos Eletrônicos e Elétricos), "Resíduos Sólidos", "Logística Reversa", "Passivo Ambiental", "Bio Economia", "Economia Circular", "Artesanato" também foi adicionado as palavras-chave em inglês, "*e-lixo*", "*Upcycling*", "*e-waste*" e "*reverse logistics*". Além disso, uma pesquisa avançada foi conduzida, combinando esses termos mencionados anteriormente.

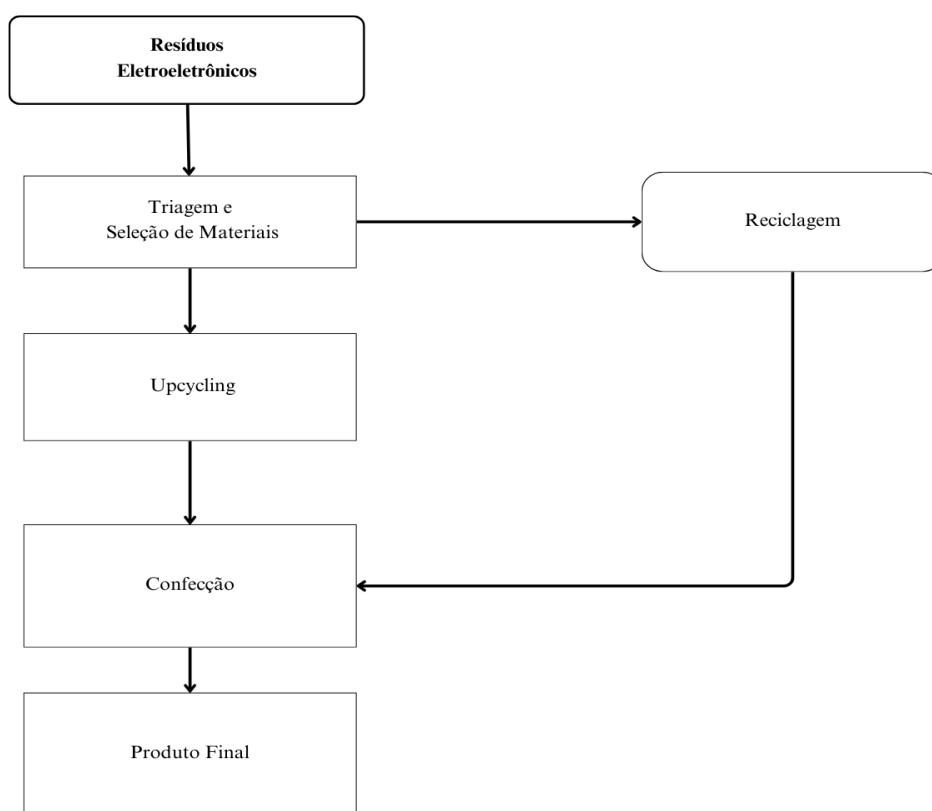
3.2. Fluxograma das atividades para confecção do produto

A metodologia adotada para a elaboração do produto deste trabalho, assemelha-se ao *Business Process Model and Notation* (BPMN), uma técnica de modelagem de processos de negócios amplamente utilizada, que tem como base o princípio, que, para que um processo seja bem-organizado e autoexplicativo é

necessário que as atividades tenham ordem de realização e sejam breve e claramente descritas pelo Object Management Group, (2024).

A técnica de modelagem BPMN por fluxogramas, foi desenvolvida com a finalidade de padronizar a representação gráfica de processos. Conforme ilustrado na Figura 12, para o desenvolvimento do produto, dividiu-se em etapas, os REEE, a sua triagem e separação desses resíduos, aplicação do *upcycling*, reciclagem, a confecção do produto e o produto final.

Figura 12 - Metodologia adotada para o desenvolvimento do produto.



Fonte: elaboração própria (2024).

Considerando o impacto dos REEE como a “raiz” do problema, se fez necessário uma proposta de alternativa para reaproveitar o resíduo, verificando a sua viabilidade financeira e material, e até mesmo sendo justificativa para a escolha do mesmo. Com isso, o uso do fluxograma é imprescindível e suas etapas cruciais para garantir que os resíduos sejam manejados de forma segura e eficiente, que serão explanados no decorrer do trabalho.

3.3. Triagem e Seleção dos materiais

Para a confecção dos produtos, foram utilizados resíduos eletroeletrônicos pós-consumo, como peças e periféricos de computador, doados pelo Projeto de Extensão TREE - Tratamento de Resíduos Eletroeletrônicos da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, que tem como objetivo a conscientização e sensibilização da população a respeito do descarte correto dos equipamentos eletroeletrônicos. Os resíduos doados foram arrecadados através de atividades elaboradas pelo projeto e de doações voluntárias (Figura 13).

Figura 13 - Exemplos de REES doados ao Projeto TREE.



Fonte: acervo pessoal (2024).

Com isso, feita uma análise rápida, acerca dos resíduos disponibilizados pelo projeto para o desenvolvimento deste trabalho, foram escolhidos, para a fabricação de um kit de joias, os seguintes periféricos do computador: *mouses, teclados e sobretudo cabos*.

O material foi encaminhado para o prédio do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Materiais – NEPEM, na UFPB, para a realização da pesagem e registro do quantitativo total dos resíduos, com o auxílio de duas balanças, uma balança de chão que comporta até 100 quilos e uma balança de precisão modelo RB com capacidade de 16 quilos (Figura 14).

Figura 14 - Pesagem do resíduo Doado pelo Projeto TREE- UFPB para confecção do kit de joias.



Fonte: acervo pessoal (2024).

O processo de triagem dos materiais norteou o desenvolvimento do produto. Constatou-se a presença de diversos tipos de periféricos obsoletos, itens de diferentes tamanhos, modelos e cores. A organização destes resíduos se deu pela sua qualidade e, devido à diversidade, se fez necessário agrupá-los por categorias e semelhanças, com a garantia de uma classificação mais eficiente (Figura 15).

Nem todos os resíduos eletroeletrônicos são adequados para a confecção de um kit de joias. O processo começa pela seleção criteriosa dos resíduos doados, priorizando aqueles em melhor estado de conservação. Essa etapa é essencial para garantir a estética do produto final, fator determinante para sua aceitação no mercado.

A seguir, inicia-se a preparação dos materiais, que inclui a limpeza minuciosa dos fios e cabos. Esse cuidado é necessário para evitar a contaminação por substâncias potencialmente tóxicas, que podem estar presentes em resíduos eletroeletrônicos devido ao contato anterior com outros equipamentos. Considerando que as joias estarão em contato direto com a pele, a limpeza é indispensável.

Além disso, o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) é fundamental durante o manuseio dos resíduos eletroeletrônicos no intuito de garantir a segurança e minimizar o risco de exposição aos possíveis elementos tóxicos. Como medida adicional de segurança e especificidade do produto, foi realizada uma triagem de resíduos sem risco de toxicidade, entre esses resíduos, destacam-se os cabos, que

são considerados de fácil manuseio e possuem menor risco tóxico, tornando-os ideais para esse tipo de aplicação.

Realizou-se a descaracterização dos resíduos por meio da compactação e enfardamento devido a sua baixa toxicidade, contribuindo também, para a praticidade no armazenamento, transporte, na reutilização e reciclagem. A separação dos REEE por fardos resultou em seis fardos (Figura 15), catalogados de acordo com o seu tipo e modelo, que incluem: *cabos de conectividade de internet*, *fontes*, *cabos USB*, *adaptadores de energia* e *cabos com plugs*. Em cada fardo se fez uma nova pesagem separada para um maior controle entre os resíduos utilizados e não utilizados, todos descritos na Tabela 4 (Ver Resultados e Discussões).

Figura 15 - REEE Separados por fardos para elaboração do produto.



Fonte: acervo pessoal (2024).

3.4. Upcycling: Design do Produto Artesanal

Optou-se neste trabalho em produzir como produto artesanal um kit de joias, formado por: brincos, pulseiras e colares. A escolha deste kit de joias foi motivada pelos fatores estratégicos e práticos, alinhados com as estimativas em preferências do consumidor e as condições presentes no mercado (Figura 16).

Figura 16 - Fatores de motivação para a escolha do design do kit de joias.

Fator	Ação	
Estratégico	Disponibilidade de materiais	Gestão de Custos
Praticidade	Acesso fácil aos insumos	Variedade de estilos sem comprometer a qualidade
Preferência e Mercado	Valorização da Diversidade	Valor agregado

Fonte: elaboração própria (2024).

A disponibilidade de materiais foi decisiva, já que os insumos são acessíveis e oferecem uma ampla variedade de estilos e combinações sem comprometer a qualidade ou o custo. Além disso, um kit de joias diversificado possui forte apelo, pois busca atender tanto consumidores que valorizam a diversidade, quanto os indecisos, que preferem opções prontas. Esse conjunto proporciona uma solução prática ao permitir que o cliente experimente diferentes estilos em uma só compra, com a garantia de que as peças foram pensadas para se complementar.

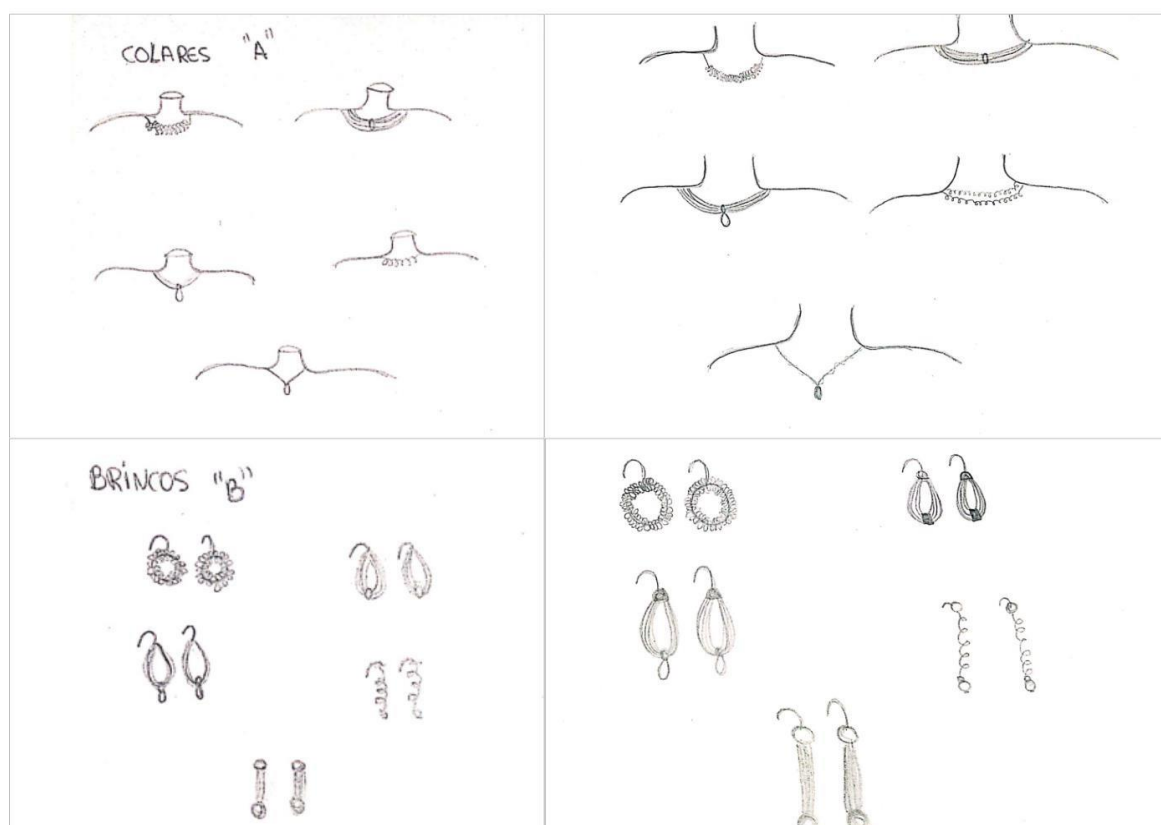
Essa diversidade não só atrai consumidores que apreciam várias alternativas, como também facilita a decisão de compra, promovendo a percepção de maior valor agregado. Assim, a escolha pelo kit de joias reflete uma estratégia inteligente que une acessibilidade dos materiais com foco em atratividade e praticidade para o cliente no final.

Com base no levantamento feito pelo método de "Análise Síncrona" (item 2.5.1) selecionou-se quatro empresas, sendo duas do segmento de resíduos eletroeletrônicos e duas de resíduos sólidos. Essa seleção permite comparar como cada segmento lida com a reutilização de materiais, apesar de todos compartilharem o objetivo de promover a conscientização ambiental. As empresas escolhidas foram a *Eco joias Eletrônicas*, da artesã Andréa Torres, e a *Bijoux Tech*, da Tech Girls, no

segmento de REEE, além da *Alagoart Sustentável* e *Baravelli Eco Art.*, no segmento de resíduos sólidos. A escolha reflete a busca por iniciativas que contribuam para a sustentabilidade e integram questões econômicas e sociais. Evidencia-se que, independentemente do tipo de resíduo, há espaço para a inovação e para a criação de valor a partir de práticas sustentáveis. Esses exemplos inspiram soluções que aliam sustentabilidade à viabilidade econômica, servindo como modelo para a valorização de resíduos no contexto deste trabalho.

A fase criativa e o desenvolvimento de ideias para o artesanato iniciaram-se com foco na criação de colares e brincos. O processo envolve a exploração de conceitos e designs inovadores para essas joias (Figura 17), buscando combinar estética e originalidade nas peças, embasando-se nas inspirações propostas na análise síncrona.

Figura 17 - Esboço manual para o design de joias com REEE.



Fonte: elaboração própria (2024).

Os esboços denominados "A" foram elaborados para complementar os esboços "B", formando um conjunto harmonioso de peças. No entanto, durante o desenvolvimento do artesanato, é importante ressaltar que ajustes e modificações

podem ocorrer. Isso se deve à variação na disponibilidade dos resíduos coletados, utilizados como matéria-prima.

No caso das pulseiras, foi adotado um modelo específico utilizando macramê. Essa técnica foi escolhida por sua versatilidade e pela estética delicada que oferece. Os modelos de pulseiras foram cuidadosamente desenvolvidos para harmonizar com os esboços já elaborados (Figura 17), garantindo coerência visual em todo o conjunto.

3.5. Confeção do Artesanato

Após a conclusão de todas as pesquisas e análises no contexto deste trabalho, buscou avançar para a etapa de planejamento estratégico, onde as informações coletadas devem ser transformadas em ações concretas, definindo o caminho a ser seguido para o desenvolvimento eficaz do produto e da sua proposta final.

Foi feita nova triagem com os resíduos doados, como pode ser visto na Figura 18, deixando apenas os fios que fossem mais coloridos, contribuindo no aumento do pensamento criativo e na geração de alternativas, com base nos modelos pré-estabelecidos.

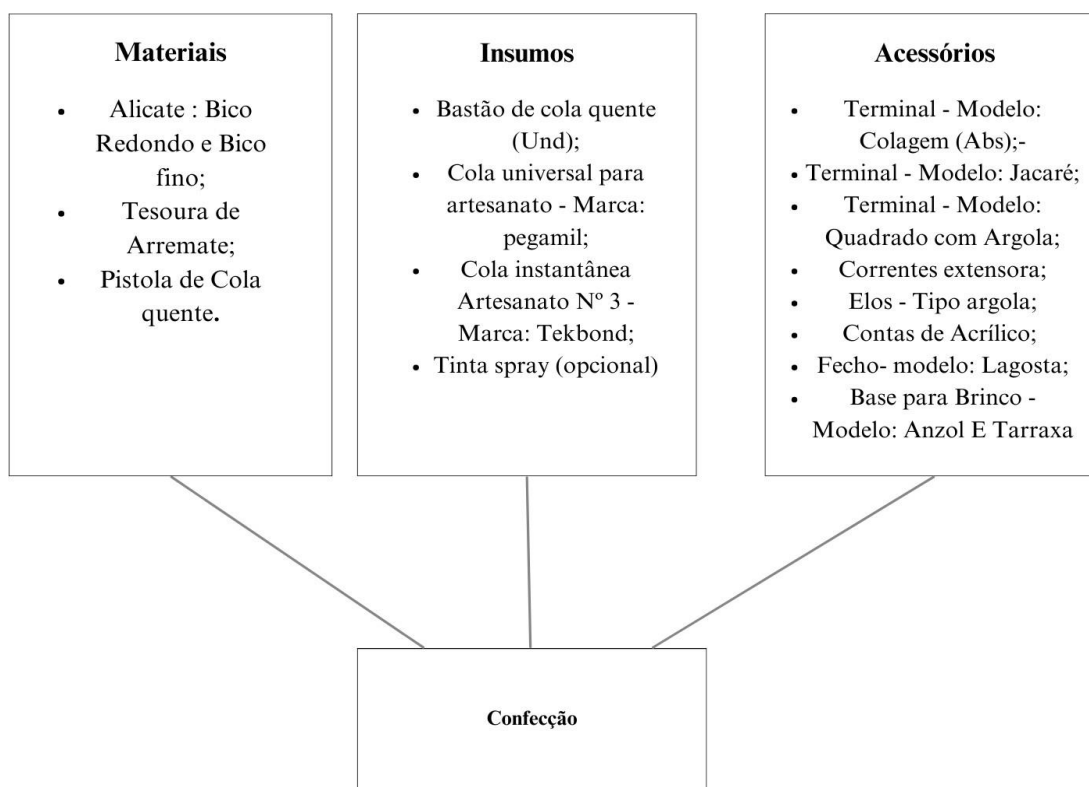
Figura 18 - Material separado para a elaboração do artesanato.



Fonte: acervo pessoal (2024).

A escolha das tecnologias e ferramentas a serem utilizadas pode variar conforme a necessidade de cada projeto. Em alguns casos, é necessário combinar diferentes métodos para alcançar o modelo final desejado. No caso da produção do kit de joias, além dos resíduos provenientes de doações, foram utilizados acessórios e materiais específicos para montagem, como elos, fechos e terminais, além de ferramentas adequadas, como alicates. (Figura 19).

Figura 19 - Materiais, insumos e acessórios complementares na confecção do kit joias.



Fonte: elaboração própria (2024).

Após o reconhecimento dos materiais e ferramentas necessárias, a confecção foi dividida em 6 etapas.

1ª Etapa: Na primeira etapa, foram escolhidos fios de diversas cores e tamanhos. Estes fios foram cuidadosamente separados e cortados de acordo com as coordenadas específicas para cada modelo de joia.

2ª Etapa: Nesta etapa, realizou-se a montagem envolvendo a união das pequenas peças principais, como elos, fechos e terminais. Essas peças formam a

estrutura base das joias, garantindo a funcionalidade e o acabamento adequado para cada item.

3ª Etapa: Na terceira etapa, os fios foram colados e as contas de acrílico, adicionadas conforme o design escolhido. Cada fio foi posicionado de forma precisa, garantindo a harmonia das cores e formas, conforme planejado.

4ª Etapa: Essa etapa buscou, um toque personalizado e artesanal ao kit de joias, utilizando-se da técnica de macramê no acabamento. O macramê é uma técnica de tecelagem manual que consiste em criar nós decorativos com os fios. Sendo realizada à mão, onde requer paciência e habilidade, já que a repetição dos nós deve ser uniforme a fim de garantir um acabamento impecável.

5ª Etapa: Na etapa final da produção do kit de joias, os brincos recebem os últimos ajustes. As peças devem ser encaixadas em suas respectivas posições, e os fechos e pinos serão adicionados para assegurar que o acessório esteja pronto para uso.

6ª Etapa: Cada peça é cuidadosamente inspecionada, verificando-se a firmeza das ferragens e a simetria dos elementos de acordo com o esboço (Figura 17). Esta inspeção garante que cada joia atenda aos padrões de qualidade previamente estabelecidos, verificando os itens necessários na produção (Figura 19), a fim de garantir que o kit de joias final adeque perfeitamente a essas necessidades (Figura 22).

Com todas as peças montadas e finalizadas com os devidos acabamentos, o modelo de apresentação está concluído, resultando no kit de joias (Figura 23), conforme proposto no início do trabalho.

É importante salientar que as habilidades exigidas para a confecção de um kit de joias variam de pessoa para pessoa, no entanto existe uma infinidade de modelos que podem ser criados a partir dos REEE, o que vai depender da criatividade de cada um, portanto, alguns artesãos poderão optar por designs que apresentem menor complexidade na sua confecção.

Figura 20 - Montagem do kit de joias com REEE e Materiais utilizados.



Fonte: acervo pessoal (2024).

3.6. Produto: Critérios de avaliação e precificação do produto

Para a avaliação dos produtos artesanais, selecionou-se alguns critérios que descrevem características importantes destes tipos de produtos, como: a originalidade no design, personalização, qualidades dos materiais, autenticidade e sustentabilidade. A partir disto foram feitos quadros, onde é possível analisar cada um dos citados critérios, que são respectivamente:

- Técnica do *upcycling*
- Durabilidade
- Estética
- Funcionalidade e segurança
- Sensibilização dos REEE

Visto o potencial econômico do kit de joias, foram feitas pesquisas em torno da temática que envolve o empreendedorismo, como uma via de interação dos resíduos já reaproveitados em novos e com o cotidiano e tornar uma renda para a população. Com isso, é necessário analisar e pesquisar as variáveis necessárias e as estratégias que poderiam ser utilizadas para uma precificação concreta e segura.

Existem várias estratégias e abordagens para precificar um produto, sendo que cada empresa deve utilizar o método que faça mais sentido para os seus objetivos e necessidades. Entre elas, destacam-se: Custo-Baseado, Precificação baseada no valor e precificação competitiva e dinâmica

O custo-baseado, se dá pelo custo de produção e um percentual adicional para a obtenção do lucro. A precificação baseada em valor é uma estratégia na qual o preço de um produto ou serviço é determinado com base no valor percebido pelo cliente, em vez de apenas nos custos de produção. Isso significa que o preço reflete a disposição do cliente em pagar pelo produto com base em fatores como qualidade, utilidade, conveniência, status e outros benefícios percebidos (Zamboni, 2024). E as Competitivas e Dinâmicas, uma se baseia pelo valor estabelecido pela concorrência e a demanda, estoque, ou até o perfil do consumidor

Tendo em vista a precificação e suas estratégias, e com o intuito de trazer um artesanato acessível e sustentável, se fez necessário o uso do cálculo de estimativa de custos sendo uma solução eficaz na precificação de produtos de baixa escala, que é o caso apresentado neste trabalho, onde conta com as variáveis listadas a seguir:

- Custo do Material;

O custo de materiais e ferramentas neste trabalho se deu pelo fornecimento e a busca de valores através de lojas em João Pessoa - PB e de e-commerces, os valores estimados podem ser consultados na Tabela 3.

Tabela 3 - Orçamento consultado no comercio de João Pessoa no período de 2023 a 2024.

Material	Quantidade	Valor
Alicate de corte	1unid.	R\$ 27,00
Argolinhas (Elos)	1 unid.	R\$ 9,80
Base para Brinco	1 par (Opcional)	R\$ 5,00
Cola Instantânea	1 unid.	R\$ 13,00
Contas de Acrílico	10 g (Opcional)	R\$ 1,80
Corrente Extensora	1m (Opcional)	R\$ 20,00
Terminal com garra	1 unid.	R\$ 7,00
Tesoura	1 unid.	R\$ 20,00

Fonte: Elaboração própria (2024)

Sendo calculado o custo total com base na Equação (1).

$$\text{Custo total por produto} = (\text{quantidade de material}) \times (\text{preço material unid.}) \quad (1)$$

- Custo de produção e Fixo;

O custo de produção se dá pelo custo da mão de obra do artesão empreendedor, quanto a valorização do seu tempo de trabalho, e os custos fixos são os custos que poderão existir. Equação (2)

$$\text{Custo Total (MO)} = (\text{Horas trabalhadas}) \times (\text{valor da hora trabalhada / hora}) \quad (2)$$

Para calcular o custo de mão de obra por produto, usa-se os seguintes cálculos Equação (3):

$$\text{Custo por produto} = (\text{Custo total da MO}) / (\text{Quantidade de Produtos}). \quad (3)$$

Os custos fixos são as despesas que existem de forma indireta (Eq.4), como por exemplo, o custo dos materiais e os valores de consumo, como água e energia, feitas pelo cálculo de médias, uma média de quanto é gasto mensalmente.

$$\text{Custo indireto} = (\text{Valor de despesas}) / (\text{Produtos feitos}). \quad (4)$$

- Margem de Lucro.

Esta margem de lucro é um indicador financeiro, que se apresenta como a diferença entre o custo de produção ou aquisição desse produto e o preço pelo qual ele é vendido e também caracterizada como a porcentagem do preço de venda, diversas alternativas de calcular essa margem são apresentadas. Pesquisas são necessárias para estimar qual melhor ferramenta se encaixa no seu tipo de produto e na sua área. Pode ser expressa pela seguinte equação Equação (5):

$$\text{Margem de Lucro Percentual} = (\text{Preço de Venda} / \text{Margem de LB}) \times 100. \quad (5)$$

Pode-se também, ser apresentada no termo MARKUP, entretanto existe uma diferença, o *markup* diz respeito ao aumento aplicado ao custo para determinar o preço de venda, a margem de lucro é a porcentagem do preço de venda que representa o lucro.

Para fim de comparativo utilizou-se o cálculo de margem de lucro bruta, que expressa em porcentagem e indica o lucro sobre as vendas, usa-se a seguinte equação (6):

$$\text{Margem de lucro bruto: } (\text{Lucro bruto}) / (\text{Receita Líquida}) \times 100 \quad (6)$$

Vale ressaltar que no final haverá resíduos que não foram utilizados na fabricação do kit de joias, logo esse quantitativo foi inserido no cálculo de estimativas de venda (reciclagem) desses materiais, com base em dados estimados de empresas gestoras que reciclam esses resíduos. Adota-se a seguinte Equação (7):

$$\text{Venda reciclagem} = (\text{Peso do Resíduo}) \times (\text{Preço/kg}). \quad (7)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise da coleta de dados e fluxo de processo

A análise dos dados coletados destacou a importância de práticas mais sustentáveis na gestão, no manejo, tratamento, armazenamento e descarte de resíduos eletroeletrônicos. A utilização de técnicas como logística reversa e *upcycling* mostrou-se essencial para promover a economia circular e na contribuição da redução de passivos ambientais. Nesta perspectiva, neste trabalho, foram analisados 21 documentos, entre teses, dissertações, artigos científicos, legislações e e-books, abrangendo o período de 2014 a 2024, dez anos de publicações e pesquisas. As palavras-chave escolhidas como “REEE”, “e-waste”, “*upcycling*”, resíduos e outras, que foram escolhidas por abranger uma possibilidade maior de registros e combinações dos termos, que possibilitou um refinamento maior na pesquisa, aumentando a qualidade dos dados coletados. Embora todas as fontes tenham sido relevantes, as mais utilizadas foram o Periódico CAPES e o Google Acadêmico, sendo selecionados apenas aqueles que apresentavam maior contribuição para os temas relacionados ao trabalho. O quadro 3 descreve uma síntese das bases de dados e seus endereços virtuais e no Apêndices (Quadro 8) podem ser vistos um resumo com os títulos, ano e autor, para maior fundamentação.

Quadro 3 - Levantamento de trabalhos acadêmicos em base de dados nacionais, no período de 10 anos (2014-2024).

Nome	Descrição	Palavras-chaves	Quantidade de trabalhos acadêmicos	Site
CAPES periódicos	Plataforma que reúne acervos científicos virtuais no Brasil.	REES REEE RS Economia Circular Artesanato	5	https://www-periodicos-capes-gov-br.ez15.periodicos.capes.gov.br/
Repositório Institucional da UFPB (DSpace)	Plataforma de armazenamento e disponibilização de dados.	Logística Reversa Resíduos Sólidos REES	4	https://repositorio.ufpb.br/jspui/#
Minha Biblioteca	Uma plataforma digital de livros.	REES REE Economia Economia Circular	1	https://minhabibliotecacom.br/
Scielo Brasil	Consiste em uma biblioteca virtual.	REES Logística Reversa	1	https://www.scielo.org/
Cetem	Centro de Tecnologia Mineral	REES	4	CETEM — Centro de Tecnologia Mineral - (www.gov.br)
Google Acadêmico	Plataforma que conta com vários arquivos	REES <i>Upcycling</i>	6	Google Acadêmico

Fonte: elaboração própria (2024).

Com base nesta coleta de dados, observou-se que esta etapa da metodologia foi fundamental para criar uma base de informações e garantir a relevância científica do trabalho. A busca sistemática nas bases de dados selecionadas permitiu a identificação de estudos importantes e tendências sobre a gestão de resíduos eletroeletrônicos e suas implicações no contexto do *upcycling*. Esse levantamento foi essencial para compreender as principais abordagens acadêmicas e técnicas relacionadas à reutilização de resíduos, a nível nacional.

A utilização de fluxogramas na análise destacou a eficiência das abordagens propostas, oferecendo uma visão clara e organizada das etapas envolvidas na gestão e circularização dos REEE. Esse recurso evidenciou a importância da integração das diferentes fases do processo, essencial para o êxito das iniciativas de reciclagem e reutilização

4.2. Triagem e seleção dos REEE coletados

A produção do kit de joias utilizou resíduos de eletroeletrônicos pós-consumo fornecidos pelo Projeto TREE da UFPB. Esse fornecimento eliminou a necessidade de investimentos na aquisição de materiais, favorecendo a sustentabilidade do processo. A triagem inicial dos resíduos foi fundamental, garantindo a separação adequada entre o que poderia ser reaproveitado e o que deveria ser descartado.

Na primeira fase, realizou-se a pesagem dos resíduos, utilizando-se de duas balanças no NEPEM, para uma maior precisão nos dados, o que totalizou 6,3425 kg de resíduos, esse peso inicial, norteou a necessidade da separação desses resíduos e posteriormente o registro separado de cada material. Foram separados e agrupados inicialmente em seis fardos, catalogados em: Cabos de internet, Cabos com fontes, Cabo RGE, Mousses, Cabos e Fios.

Posteriormente, mais um fardo foi adicionado, totalizando sete fardos e realizou-se uma segunda pesagem, que por sua vez, foi feita com uma balança digital de cozinha da marca Clink e contabilizou-se um total de 6,197 kg que foram pesados e distribuídos por tipo de resíduos conforme descrito na Tabela 4. Houve uma diminuição de aproximadamente 0,145 gramas entre as pesagens e tal diferença pode ser atribuída à incerteza instrumental, que pode resultar de imprecisões nos instrumentos de medição e no método utilizado, além das variações entre as balanças.

Tabela 4 - Pesagem de cada material presente nos resíduos eletroeletrônicos pós triagem inicial.

Tipo de Resíduo	Peso kg (Valor Bruto)
Cabo RGE/06 (Cabo para antena)	0,511
Cabos com fonte	0,552
Cabos de Internet	0,181
Cabos e Fios (geral)	1,448
Carregadores	1,042
Descartes (01)	1,134
Fios com plugs	0,997
Mouses	0,364

Fonte: elaboração própria (2024)

Foram necessárias duas triagens, na primeira foram analisados e retirados os resíduos desgastados que poderiam ser danosos para o contato com a pele, pesando aproximadamente 1,128 kg. Já na segunda triagem, houve mais um novo descarte de resíduos que estavam danificados e completamente inservíveis, pesando 0,584 kg, feito isto, dos resíduos restantes, 1,086 kg foram reutilizados para a confecção do kit de joias e 3,398 kg serão destinados a venda ou reciclagem.

Quadro 4 - Resumo dos REEE da coleta e da produção do kit de joias.

Resíduos	Peso/kg
Coleta Inicial (Resíduo Doador)	6,197
Descarte 01	1,128
Descarte 02	0,584
Reutilizado	1,086
Reciclagem	3,398

Fonte: elaboração própria (2024)

Alguns dos resíduos recolhidos não foram reutilizados na confecção do kit de joias, pois suas características não eram compatíveis com o desenvolvimento do produto (Tabela 5). Durante essa triagem identificou-se a necessidade de uma nova seleção, uma vez que o estado precário de alguns resíduos poderia comprometer o processo de produção e levantar preocupações em relação à segurança. Essa situação destaca a importância de um rigoroso controle de qualidade desde as etapas iniciais do processo.

Tabela 5 - Resíduos não aproveitados para a elaboração do kit de joias.

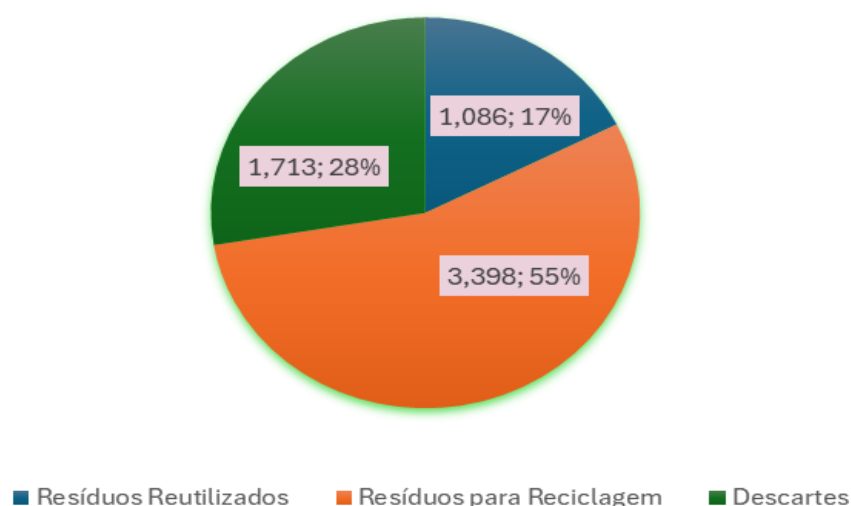
Tipo de Resíduos	Peso kg (Valor Bruto)
Cabo Branco (RGE/06)	0,511
Entrada USB	0,365
Fios Com Plugs	0,987
Fontes	1,171
Mouses	0,364
Total	3,398

Fonte: elaboração própria (2024)

Outro dado relevante gerado a partir do quadro 4 é a redistribuição dos resíduos eletroeletrônicos coletados e analisados. De acordo com a análise, do total de resíduos recebidos (6,197 quilos) 28% foram considerados rejeito e destinados ao descarte, pelo fato de serem completamente inutilizáveis, evidenciando uma parcela significativa que não será reaproveitada. Outros 17% dos materiais foram reutilizados, indicando um esforço considerável para dar uma nova inserção desses resíduos à cadeia produtiva. No entanto, a maior parte, representando 55%, foi destinada à venda para reciclagem, o que possibilitou mais uma oportunidade de lucratividade e conscientização ao descarte correto desses resíduos.

Gráfico 1 - Distribuição percentual dos REEE coletados em parceria com o projeto TREE.

Resíduos Eletroeletronicos - Percentual



Fonte: elaboração própria (2024)

Por essa perspectiva, a gestão dos REEE reflete um panorama claro do destino desses materiais, o fato de 28% dos REEE ser considerado rejeito e inutilizado, ainda é preocupante, o que reforça a necessidade de novas tecnologias mais duráveis. Por outro lado, mostra a quão valiosa é a rota para reutilização, e a busca por práticas mais sustentáveis que no caso é o *upcycling*. Por fim, 55% de materiais para venda a rota da reciclagem, garante o destino correto, e a relevância da economia circular para esses resíduos.

4.3. Design e desenvolvimento do kit de joias: *Upcycling*

Os fatores que orientaram a produção do kit de joias desempenharam um papel fundamental na escolha dos materiais e no desenvolvimento do design. Esses fatores práticos e estratégicos não só influenciaram a seleção de insumos e a definição das estratégias de produção, mas também foram essenciais na concepção dos esboços e na estruturação final das peças.

Dessa forma, o alinhamento estratégico entre design, confecção e escolha de materiais garantiu que o produto final não apenas atendesse às expectativas dos consumidores, mas também mantivesse sua competitividade no mercado.

Quadro 5 - Análise dos Fatores Estratégicos para a confecção de Kits de Joias.

Fatores	Ações	Resultados esperados
Acessibilidade de Materiais	Uso de materiais oriundo de resíduos, ou de baixo custo	Redução no custo da Produção
Diversidade de estilos	Kit com brincos, pulseiras e colares variados	Aumento do apelo entre diferentes perfis de consumidores
Praticidade na compra	Kit pronto com peças complementares	Facilidade na decisão de compra e maior atratividade para indecisos
Percepção do Valor	Preço acessível com várias peças no kit	Aumento da percepção de valor agregado

Fonte: Elaboração própria (2024)

Após a avaliação dos fatores acima descritos, (Quadro 5) seguiu-se para a análise síncrona, com o intuito de acrescentar mais conteúdo e desenvolver a criatividade, compreender em que o produto de empresas e projetos está relacionado. Com isso, observou-se que é crescente o interesse das pessoas em assuntos relacionados à preservação ambiental e suas problemáticas. Como também, notou-se que há uma grande disponibilidade de peças e materiais que podem se aplicar ao processo do *Upcycling*, porém, a qualidade do material que será aplicado irá depender do profissional e sua estética. Com esta pesquisa foi possível unir elementos visuais e características norteadoras no momento da criação e geração de alternativas.

Sendo assim, foi possível avaliar diversos itens que deverão estar presentes no produto avaliando as necessidades que procura a sintetização do visual e da segurança.

Figura 21 - Avaliação de itens necessários para a produção do produto.

Itens Necessários	Modo	Obrigatório	Recomendado
Upcycling e a inserção no artesanato	Reaproveitamento dos REEEs; formas técnicas, macramê, crochê		
Durabilidade	Ferragens ou acessórios, com maior durabilidade, como por exemplo os inoxidáveis.		
Estética	Explorar cores, temas; fotografia e Acabamento completo		
Funcionalidade e Segurança	Acabamento, Pinos antialérgicos, pesagem adequada , versáteis.		
			

Ilustração : Thayná S Amorim
Adaptado de Humbert (2021)

Fonte: elaboração própria (2024)

A partir dos cinco conjuntos esboçados à mão (Figura 17), dois modelos foram selecionados: um colar e um par de brincos. A escolha foi baseada em critérios como o processo produtivo e as possibilidades de confecção, levando em consideração os resíduos obtidos durante a separação dos materiais. Esses conjuntos foram então analisados com base em conceitos de sustentabilidade e as necessidades técnicas, como ilustrado na Figura 21.

Na matriz de decisão (Figura 22) uma escala de 1 a 5 é aplicada no conjunto, onde o valor atribuído 1 indica que menor atende às necessidades e 5 indica que o conjunto mais se adequa. Foram utilizados quatro critérios principais: upcycling e inserção no artesanato, durabilidade, estética e funcionalidade e segurança. Para maior esclarecimento, se fez necessário a demonstração de cada conjunto, sendo anexadas figuras dos respectivos colares, embora a análise tenha sido feita

considerando o conjunto completo (colar e brincos). É importante observar que, independentemente do modelo aplicado e escolhido, o seu design da pulseira seguirá apenas pela técnica do macramê ou união dos fios.

Figura 22 - Matriz de Decisão.

Itens Necessários					
Upcycling e a inserção no artesanato	5	4	4	5	3
Durabilidade	5	3	4	4	3
Estética	3	3	5	3	5
Funcionalidade e Segurança	3	3	3	3	3
Total	16	13	16	15	14

Ilustração : Thayná S Amorim
Adaptado de Humbert (2021)

Fonte: elaboração própria (2024)

Após a soma das pontuações, obteve-se 2 conjuntos com maior pontuação. Destes, foi selecionado o modelo do kit 01, tornando o design principal deste trabalho, sendo o conjunto mais eficiente em relação a maior quantidade do uso dos resíduos eletroeletrônicos, durabilidade e funcionalidade, entretanto, usou-se o modelo de kit 03 pela sua versatilidade e no seu potencial estético, como um meio comparativo, unindo o design mais simples e um mais elaborado, o que pode auxiliar na geração do seu valor agregado. A matriz de decisão é uma ferramenta útil para selecionar o design de kit que melhor atende às necessidades de sustentabilidade e estética, dentro do contexto da reutilização de resíduos eletroeletrônicos.

Ao aplicar o conceito de *upcycling*, a matriz permite uma avaliação criteriosa dos aspectos estéticos e funcionais dos kits de joias, enquanto incentiva a inserção do artesanato sustentável no seu processo criativo. Durante a confecção dos itens, algumas dificuldades foram identificadas, especialmente em relação à disponibilidade de cores e ao comprimento dos resíduos eletroeletrônicos. Como o design exige

grandes quantidades de peças longas, foi necessário separar e cortar os resíduos, o que tornou o processo mais lento. A variabilidade dos materiais obtidos exigiu o corte manual de poucas peças por vez, comprometendo a velocidade do processo.

Figura 23 - Modelo de apresentação final - Kits de Joias.



Fonte: elaboração própria (2024)

No entanto, a confecção por etapas se mostrou uma estratégia eficiente para lidar com essas dificuldades. Ao dividir o processo em fases bem definidas, como a separação, corte e montagem, foi possível minimizar os impactos da limitação dos materiais e controlar melhor a qualidade final das peças. Embora o corte manual tenha tornado a produção mais demorada, essa abordagem por etapas permitiu a otimização do uso dos resíduos, garantindo um resultado esteticamente interessante e sustentável.

Assim, apesar dos desafios enfrentados, a metodologia adotada, associada à execução por etapas, se mostrou eficaz. O processo final garantiu a produção de itens que combinam durabilidade, funcionalidade e um potencial estético diferenciado, ao mesmo tempo em que valoriza os princípios de *upcycling* e sustentabilidade no artesanato.

Figura 24 - Ensaio realizado em ambiente externo.



Fonte: elaboração própria com autorização de imagem da modelo Ana Beatriz Martins Neves (2024).

Com isso, o design do conjunto escolhido atendeu as necessidades estabelecidas, o uso do *upcycling* contribui diretamente com a sustentabilidade do trabalho. Além de apresentar uma excelente estética, combinando peças modernas e sofisticadas, com este modelo permitiu que o kit fosse usado de diversas maneiras, trazendo versatilidade ao produto, uso em combinação quanto de forma separada, oferecendo ao consumidor um leque de possibilidades de uso, atendendo assim a proposta de multifuncionalidade.

A escolha dos fios e suas cores, foi pensada com o intuito de apresentar diversidade em combinações, se adaptando do básico ao moderno, permitindo que as peças fossem usadas em uma ampla variedade de estilos e roupas, além de trazer uma via ecológica, valorizando a sustentabilidade e o consumo consciente.

4.4. Valorização e empreendedorismo

O kit de joias, embora ainda desvalorizado no mercado, surge como uma nova oportunidade de geração de renda, especialmente à medida que empresas buscam alternativas mais ecológicas. A partir das análises sobre o potencial econômico e ambiental dos REEE, percebeu-se um crescente interesse por produtos sustentáveis. Com o conjunto de joias desenvolvido neste trabalho, demonstrou-se a viabilidade de criar peças exclusivas e atrativas que atendessem à demanda por sustentabilidade.

Além do benefício ambiental, o baixo custo inicial e a possibilidade de obter insumos gratuitamente ou a preços reduzidos tornam essa atividade promissora para pequenos empreendedores, especialmente em um mercado cada vez mais inclinado a valorizar produtos sustentáveis. A valorização do artesanato e do empreendedorismo passa pela formalização desta atividade, uma das formas do pequeno empreendedor formalizar o seu negócio é tornando-se um Microempreendedor Individual – MEI, o que pode lhe trazer diversos benefícios e aumentar a sua competitividade no mercado.

Além disso, é importante que o artesão tenha consciência do valor agregado ao seu trabalho, o que pode ser um diferencial competitivo. Para isso, é essencial considerar não apenas o valor intrínseco da peça, mas também o tempo investido e os custos envolvidos na sua confecção. A precificação correta é um desafio, mas fundamental para a saúde financeira do empreendimento. Uma precificação mal planejada pode causar problemas sérios, até mesmo levando à falência. Para evitar isso, é imprescindível realizar pesquisas com o público-alvo e analisar a concorrência, além de estimar adequadamente os custos operacionais. Dessa forma, é possível definir um preço que satisfaça os clientes e promova o lucro da empresa.

Após a definição de um valor de venda justo, com base em cálculos que consideram os custos de produção e outros fatores operacionais, o empreendedor consegue equilibrar a sustentabilidade com a viabilidade econômica. Isso garante que o produto não só seja competitivo no mercado, mas também lucrativo. Sendo assim, a etapa de precificação foi refinada para levar em consideração a valorização dos materiais reutilizados, garantindo que o processo de *upcycling* agregue valor ao produto.

Finalizada a confecção das peças do kit de joias, de acordo com seus respectivos designs, foi realizado o processo de pesagem delas para determinar o quantitativo que servirá como base para a precificação e valorização econômica do kit.

Esse procedimento é fundamental para garantir que o preço final das peças leve em consideração não apenas os custos de produção, mas também o impacto positivo da reutilização de materiais, dentro da lógica de *upcycling* adotada neste trabalho.

Quadro 6 - Custos base para confecção de um Kit de Joias (Modelo 01).

Modelo 1	Tipo	Peso (Kg)	Quantidade Estimada (unid.)
Brinco	Fios	0,004	271,5
Colar	Fios	0,071	15,2
Pulseira	Fios	0,006	181,0

Fonte: Elaboração própria (2024)

O método utilizado para estimar a quantidade de peças que poderiam ser produzidas com o material reaproveitado foi o seguinte: o peso total do material reciclado foi dividido pelo peso final de cada peça, de modo a estimar o número total de unidades possíveis.

Como isso, pode-se exemplificar, uma das pulseiras confeccionadas apresentou um peso final de 0,006 kg, tal peso corresponde a peça finalizada. Esse valor foi comparado ao peso total do material reutilizado pós triagem, que era de 1,086 kg, resultando na possibilidade de produzir aproximadamente 181 pulseiras do modelo 01a partir desse lote de material.

Quadro 7 - Custos base para confecção de um Kit de Joias (Modelo 03).

Modelo 3	Tipo	Peso (Kg)	Quantidade Estimada (unid.)
Brinco	Fios	0,002	543,0
Colar	Fios	0,013	83,5
Pulseira	Fios	0,004	271,5

Fonte: Elaboração própria (2024)

A partir desse cálculo, foi possível estabelecer uma relação direta entre o volume de resíduos eletroeletrônicos utilizados e a quantidade de peças fabricadas. Isso permitiu um maior controle sobre a produção e facilitou a definição dos preços de venda. Com base na quantidade de peças possíveis a partir do material reutilizado, o próximo passo foi a precificação detalhada, considerando tanto os custos de produção quanto o valor agregado pelos resíduos reaproveitados.

Tabela 6 - Cálculo de estimativas de Custo e Lucro (Modelo 01).

Modelo 01	Custo indireto (R\$)	Custo de Produção (R\$)	Custo total (R\$)	Margem de lucro (%)	Preço de venda (R\$)
Brinco	13,15	3,75	16,90	50	25,35
Colar	0,73	3,75	4,48	50	6,72
Pulseira	1,10	3,75	4,85	50	7,27

Fonte: elaboração própria (2024)

O cálculo de estimativa de custo foi realizado com base no método de custo-baseado. Como os materiais utilizados para a produção foram doados, o custo do material foi considerado zero. Os custos indiretos, incluindo despesas como energia elétrica e água, foram calculados usando as equações apresentadas na metodologia (item 3.6).

Para fins de exemplificação, foram utilizados valores escolhidos pela autora, que, embora fictícios, podem servir de referência para futuros empreendedores que queiram aplicar a mesma metodologia.

O custo indireto total foi estimado em R\$200,00. Além disso, o tempo estimado para a fabricação de cada peça foi de 15 minutos (0,25 horas), como o custo da mão de obra calculado é de R\$15,00 por hora, tem-se um custo por peça de R\$ 3,75.

Diferente do modelo 01, o modelo 03 ainda teve alguns custos extras, que podem ser adicionados no custo total da peça, tais adicionais, podem ser consultados na tabela 3 item (3.6).

Tabela 7 - Cálculo de estimativas de Custo e Lucro (Modelo 03))

Modelo 03	Custo Indireto (R\$)	Custo de Produção (R\$)	Custo total (R\$)	Margem de lucro (%)	Preço de venda (R\$)
Brinco	0,36	3,75	4,11	50	5,98
Colar	2,39	3,75	6,14	50	8,01
Pulseira	0,73	3,75	4,48	50	6,35

Fonte: elaboração própria (2024)

Esses dados foram essenciais para calcular os lucros obtidos na confecção do kit de joias. No caso do Modelo 01, a aplicação de uma margem de lucro de 50% foi bem-sucedida, suponha-se que ao vender todas as pulseiras produzidas desse modelo, a margem de lucro bruta alcançou 33,3%, resultando em um lucro significativo.

Da mesma forma, no Modelo 03, analisa-se cuidadosamente os custos e o preço de venda, o resultado também foi promissor. O lucro obtido com a suposta venda das pulseiras desse modelo foi de aproximadamente 29%.

Mesmo com uma margem de lucro reduzida, essa rentabilidade não apenas destaca o potencial de lucro das joias, mas também reafirma a eficácia das estratégias de precificação e produção.

Com isso, verificou-se que aproximadamente 55% dos resíduos eletroeletrônicos de pós-consumo não foram aproveitados na confecção do kit de joias. A solução mais viável encontrada para o descarte correto desses materiais foi direcioná-los para empresas especializadas em coleta e reciclagem.

Esse encaminhamento permitiu não apenas garantir a destinação ambientalmente adequada, mas também demonstrou que o aproveitamento dos REEE é possível.

Tabela 8 - Valores de Venda para a Reciclagem consultado no comercio de João Pessoa no período de 2023 a 2024.

Resíduos	Preço (R\$)
Alumínio Bloco	5,50
Alumínio Chaparia	5,00
Alumínio Sistema	17,50
Bateria Nobreak	3,50
Bateria Notebook	2,50
Bloco HD	9,30
Cobre Misto	37,50
Cobre Triturado	36,00
Cooler	0,40
Drive	1,00
Ferro	0,90
Fio	0,00
Fonte	1,70
Placa de Notebook	48,00
Placa Intermediária	19,00
Placa leve sem P	38,00
Placa Marrom	4,20
Placa Telefonia	59,00
Placa Mãe	45,00
Plástico	1,99
Plug	2,50

Fonte: elaboração própria (2024)

Para estimar o valor de venda obtido com os resíduos que não foram utilizados para a confecção do kit de joias, multiplicou-se a quantidade de resíduos não utilizados

(tabela 5) pelo preço destes resíduos (tabela 8), chegando aos valores que se encontram esquematizados na tabela abaixo (tabela 9).

Tabela 9 - Estimativa de valores para os potenciais materiais para reciclagem.

Tipo de Resíduo	Peso kg	Material	Valor estimado de venda
Cabo Branco (RGE/06)	0,511	Cobre	R\$19,1625
Entrada USB	0,365	Plugs	R\$0,9125
Fios Com Plugs	0,987	Plugs	R\$ 2,4675
Fontes	1,171	Fontes	R\$1,9907
Mouses	0,364	Plástico	R\$ 0,7243

Fonte: elaboração própria (2024).

Os cálculos demonstram que a produção do artesanato a partir de resíduos eletroeletrônicos tem um grande potencial de geração de renda, sem necessidade de investimentos significativos. Essa abordagem transforma resíduos em nova matéria-prima e cria oportunidades de empreendedorismo sustentável. O que não é utilizado na produção também agrega valor, podendo ser reaproveitado ou reciclado, contribuindo para uma economia circular. Se denota, no entanto, que o processo do *upcycling* agrega valor ao resíduo, tornando bem mais lucrativa a transformação deste material em um novo produto do que a simples venda destes materiais para empresas de reciclagem.

Nesse viés, um dos aspectos mais relevantes deste trabalho é a forma como explana o ciclo contínuo de reaproveitamento. Após a comercialização dos produtos, é provável que, eventualmente, esses próprios produtos se transformem novamente em resíduos, dando início a um novo ciclo de transformação. Este é um dos pilares da economia circular: o produto, ao final de sua vida útil, não é simplesmente descartado, mas retorna à cadeia produtiva como matéria-prima para novos produtos. Isso garante que o processo de fabricação, uso e descarte seja constantemente renovado, reduzindo a quantidade de resíduos e promovendo uma gestão mais eficiente dos recursos

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho objetivou-se apresentar uma alternativa sustentável para o problema dos REEE coletados pelo projeto de extensão TREE/UFPB, demonstrando que os resíduos eletroeletrônicos, antes considerados inúteis, podem ser reutilizados para a confecção de novos produtos, evitando assim o seu descarte, através do processo de *Upcycling*, uma estratégia que além de reduzir a poluição, permite o reaproveitamento de metais valiosos e outros componentes, diminuindo a necessidade de extração de recursos naturais, e ainda evidenciando de forma prática a maneira como os fundamentos da economia circular podem ser utilizados efetivamente na minimização dos impactos ambientais e ao mesmo tempo, gerar um valor econômico.

Ficou demonstrado que tal atividade pode trazer uma estimativa de um lucro que varia de 28,70% a 33,30% com a comercialização do kit de joias feito a partir desses resíduos, o que reforça a viabilidade econômica a partir das premissas da economia circular. Ao transformar o que antes era descartado em algo de valor, foi possível não apenas evitar o desperdício de recursos, mas também criar uma nova fonte de renda, provando que o *upcycling* consegue unir sustentabilidade e lucratividade.

Pensando no futuro, este trabalho entende que o incentivo e a educação para a prática do *upcycling* e das premissas da economia circular são essenciais para o desenvolvimento sustentável das sociedades. De modo que, a expansão dessas práticas para um nível maior, com mais empresas e consumidores envolvidos, pode ser um caminho promissor para enfrentar os desafios ambientais que o mundo enfrenta hoje. O fortalecimento das políticas públicas que incentivem a reciclagem e o reaproveitamento de resíduos, bem como o apoio a projetos e iniciativas que promovam a economia circular, são ações fundamentais para garantir que esse modelo possa crescer e se consolidar.

REFERÊNCIAS

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos**. 2a. Brasília-DF: ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; Inventta Consultoria Ltda, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/arquivos/dwnla_1416934886.pdf>. Acesso em: 20 maio 2024.

ALMEIDA, L. **“Doença do cobre” causa acúmulo tóxico do mineral no corpo**. Disponível em:<<https://newslab.com.br/doenca-do-cobre-causa-acumulo-toxico-do-mineral-no-corpo/>>. Acesso em: 29 ago. 2024.

BALDÉ et al. **The Global E-waste Monitor, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA)**, Bonn/Geneva/Vienna, 2017.

BALDÉ, Cornelis P.; KUEHR, Ruediger; YAMAMOTO, Tales; et al. **THE GLOBAL E-WASTE MONITOR 2024**. Geneva/Bonn: International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), 2024. Disponível em:<https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/03/GEM_2024_18-03_web_page_per_page_web.pdf>.

BAPTISTA, Vinícius Ferreira; SANTOS, Willian Costa; ALVES, Raquel Conceição. **Upcycling é o reaproveitamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos**. Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa, v. 5, n. 1, 2018.

BARAPATRE, Sheetal; RASTOGI, Mansi. **e-Waste Management: A Transition Towards a Circular Economy**. Handbook of Solid Waste Management: Sustainability through Circular Economy, n. May, p. 1499–1521, 2022. DOI: 10.1007/978-981-16-4230-2_68.

BRASIL, **Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n10.240-de-12-de-fevereiro-de-2020-243058096>. Acesso em: 05 agosto. 2024.

BRASIL, **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D10936.htm. Acesso em: 12 agosto. 2024

BRASIL, **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: https://www.paranaambiental.com.br/arquivos/files/5_residuos_leifederal.pdf. Acesso em: 12 agosto. 2024

BRASIL. **Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, [2019]. Disponível em: 82 <https://www.cetem.gov.br/antigo/images/reminare/documentos/acordo-setorial.pdf>. Acesso em: 12 agosto. 2024

CALDAS, M.B. **Manual de destinação de resíduos eletroeletrônicos**. Orientações à sociedade sobre como dispor adequadamente os resíduos eletroeletrônicos no estado do Rio de Janeiro. 3ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2020.

CAMPOS et al., **Multiversos: linguagens: natureza em pauta: ensino médio**. LIVRO, 1. ed. – São Paulo: FTD, 2020.

COLASSO, C. **Toxicologia do arsênio: conheça os usos, aplicações e efeitos nas pessoas**. Disponível em: <<https://www.chemicalrisk.com.br/toxicologia-do-arsenio/>>.

Cornelis P. Baldé, Ruediger Kuehr, Tales Yamamoto, Rosie McDonald, Elena D'Angelo, Shahana Althaf, Garam Bel, Otmar Deubzer, Elena Fernandez-Cubillo, Vanessa Forti, Vanessa Gray, Sunil Herat, Shunichi Honda, Giulia Iattoni, Deepali S. Khatriwal, Vittoria Luda di Cortemiglia, Yuliya Lobuntsova, Innocent Nnorom, Noémie Pralat, Michelle Wagner (2024). International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). 2024. **Global E-waste monitor 2024**. Geneva/Bonn.

ENGEMA-Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, **Desafios da Sustentabilidade na Economia de Baixo Carbono**, v. 17, p. 1-11, 2015.

EQUIPE VIVA DECORA. **Macramê: O Que É, Passo a Passo +82 Modelos e Tipos de Nós**. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/revista/macrame/>>. Acesso em: 18 set. 2024.

FORTI V., BALDÉ C.P., KUEHR R., BEL G. **The Global E-waste monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential**. Bonn/Geneva/Rotterdam: United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), 2020. Disponível em: <https://ewastemonitor.info/wpcontent/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf>. Acesso em: 1 maio 2024.

GALLIGANI, L. **Saúde Planetária: intoxicação por mercúrio (Hg). Tudo o que você precisa saber - Academia Médica**. Disponível em: <<https://academiamedica.com.br/blog/intoxicacao-por-mercuro-hg-o-que-voce-precisa-saber>>. Acesso em: 29 ago. 2024.

GUARNIERI, Patrícia. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental / Patrícia Guarnieri**. – 1 ed. – Recife: Ed. Clube de Autores, 2021

HOFSTETTER, J. **Metodologia Projetual de Gui Bonsiepe**. Disponível em: <<https://4ed.com.br/metodologia-projetual-de-gui-bonsiepe/>>.

JOHNSON, L. E. **Toxicidade do cromo**. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-nutricionais/defici%C3%Aancia-e-toxicidade-minerais/toxicidade-do-cromo>>.

LOURENÇO, B. B. M. **Fundamentos do direito positivo a gestão de resíduos eletroeletrônicos e o consumo consciente como mecanismos para a sustentabilidade**. Universidade Do Vale Do Itajaí – UNIVALI, Pós-Graduação E

Inovação - Programa De Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica – PPCJ.
Mestrado Em Ciência Jurídica

MACEDO, M.F.S.; CAPANO, E.F. **Política Educacional de descarte do lixo eletrônico como medida de combate ao crime ambiental**. Revista Jurídica Cesumar. maio/agosto, v. 17, n. 2, p. 431-464. 2017.

MARTINS, Matheus José Cesar. **Gerenciamento dos Resíduos Eletroeletrônicos no Centro de Tecnologia, Campus I, da UFPB: Estudo de caso das impressoras** /Mateus José Cezar Martins. – João Pessoa, 2019.

MATIELLO, et al., **Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1, p. 24-51, jan. 2018.

MICHELIN, I., REINKE, C. **Upcycling na moda como desenvolvimento sustentável de produtos de moda**. 30 de setembro a 03 de outubro, 2019

MOREIRA, Roseilda Nunes; MARINHO, L. F. D. L. BARBOSA, Flávia Lorene Sampaio. **O Modelo de Produção Sustentável Upcycling: o Caso da Empresa TerraCycle**. XVII

NASCIMENTO, et al., **Logística reversa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos de pós-consumo na cidade de Teresina**, Sistemas & Gestão, Vol. 13, No. 4, p. 519-531, LINK: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1443>. Acesso em: 12 junho. 2024.

NICOLAI, F. N. P. **Mineração urbana: avaliação da economicidade da recuperação de componentes ricos em Au a partir de resíduo eletrônico (e-waste)**. 2016. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). **Business Process Model and Notation (BPMN)**. Bpmn.org. Disponível em: <<https://www.bpmn.org/>>. Acesso em: 12 abr. 2024.

OLIVEIRA, Elaine Ferreira et al. **LOGÍSTICA REVERSA: IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL**. In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais. 2017.

PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2023.Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/panorama/>>. Acesso em: 27 junho 2024.

PARAJULY, Keshav; FITZPATRICK, Colin; MULDOON, Orla; KUEHR, Ruediger. **Behavioral change for the circular economy: A review with focus on electronic waste management in the EU**. Resources, Conservation and Recycling: X, v. August 2019, p. 100035, 2020. DOI: 10.1016/j.rcrx.2020.100035. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100035>.

PARAJULY, Keshav; KUEHR, Ruediger; AWASTHI, Abhishek Kumar; FITZPATRICK, Colin; LEPAWSKY, Josh; SMITH, Elisabeth; WIDMER, Rolf; ZENG, Xianlai. **Future e-waste scenarios** StEP (Bonn), UNU ViE-SCYCLE (Bonn) & UNEP IETC (Osaka). 2019.

PEGORARO, Alexandre. **Quais são os 3 pilares da sustentabilidade?** Blog Kronoos, 2024. Disponível em: <https://kronoos.com/blog/quais-s%C3%A3o-os-3-pilares-da-sustentabilidade>. Acesso em: 10 set. 2024

POERNER, Bárbara. **Tudo novo, de novo.** ELLE, 9 de abril de 2021. Disponível em: <https://elle.com.br/moda/o-upcycling-esta-na-moda?srsId=AfmBOooUn3INHVLzrOXN5cvURMN64gpw0PwurQK5fsn7TnxZH4BHQA6> >. Acesso em: 25, setembro 2024.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** / Cleber Cristiano Prodanov. Emani Cesar de Freitas. - 2, ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SALES, E.S. et al. **O lixo eletrônico e suas potencialidades: um estudo das teses e dissertações nos últimos 3 anos.** In: 6o Fórum Internacional ECOINVAR, 2017, Santa Maria/RS, Anais. Santa Maria/RS: Ecoinovar, 2017, p.1-11. Disponível em: <http://ecoinovar.com.br/cd2017/arquivos/artigos/ECO1531.pdf> >. Acesso em: 27 jun. 2024.

SANTANA, G.; MARQUES, P. R. B. O. **Resíduo eletrônico e suas implicações ambientais: diagnóstico sobre o tema em uma instituição de ensino tecnológico.** Ensino e Multidisciplinaridade. V-3, n. 2, p.75-92, 2017.

SANTOS, M. C. M. **O tratamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na política nacional de resíduos sólidos.** REDES – REVISTA ELETRÔNICA DIREITO E SOCIEDADE, Canoas, vol.4, n. 2, p. 257-276, 2016.

SENTANIN, V. BARBOZA, R. **CONCEITOS DE EMPREENDEDORISMO.** Revista Científica Eletrônica de Administração, Ano V, no 9, 2005. Disponível em: https://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/CvfACUcZOtmMWBx_2013-4-26-12-25-36.pdf>.

XAVIER, L.H., OTTONI, M. S.O., GOMES, C. F., ARAUJO, R.A., BICOV, N., NOGUEIRA, M., ESPINOSA, D., TENÓRIO, J. **Guia de desmontagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.** Rio de Janeiro: CETEM, 2020.

ZAMBONI, A. **Precificação baseada em valor: como saber a hora de reajustar seus preços.** Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/precificacao-baseada-em-valor-como-saber-a-hora-de-reajustar-seus-precos>>. Acesso em: 03 set. 2024.

APÊNDICE A - Síntese de trabalhos utilizados para a fundamentação teórica

Quadro 8 – Síntese dos Trabalhos Acadêmicos para fundamentação teórica do trabalho.

Ano	Título	Autor
2024	Precificação baseada em valor: como saber a hora de reajustar seus preços.	ZAMBONI, A.
2023	Diagnostico da Mineração Urbana dos Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil.	Xavier, L.H.; et al.
2023	Análise Amostral sobre o descarte de Resíduos Eletroeletrônicos em Campina Grande – PB	LIMA, H. F. et al.
2023	Circularidade da cadeia de equipamentos eletrônicos: desafios e ações para sua consolidação.	MACHADO, et al.
2023	Logística reversa de notebooks e periféricos: caracterização do fluxo domiciliar de geração e destinação na cidade João pessoa/ pb – brasil	BRILHANTE, A. K. V. C.
2022	Ética e sustentabilidade empresarial: uma análise a partir da percepção de gestores sobre o modelo de produção <i>Upcycling</i> .	SILVA, et al.
2021	Macramê: O Que É, Passo a Passo +82 Modelos e Tipos de Nós.	Equipe Viva Decora
2020	The Global E-waste monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.	FORTI V., BALDÉ C.P., KUEHR R., BEL G.
2019	Fundamentos do direito positivo a gestão de resíduos eletroeletrônicos e o consumo consciente como mecanismos para a sustentabilidade.	LOURENÇO, B. B. M.
2019	<i>Upcycling</i> na moda como desenvolvimento sustentável de produtos de moda.	MICHELIN, I., REINKE, C.
2019	Gerenciamento dos Resíduos Eletroeletrônicos no Centro de Tecnologia, Campus I, da UFPB: Estudo de caso das impressoras.	MARTINS, Matheus José Cesar.
2018	O Modelo de Produção Sustentável <i>Upcycling</i> : o Caso da Empresa <i>TerraCycle</i> .	MOREIRA, et al.
2017	Resíduo eletrônico e suas implicações ambientais: diagnóstico sobre o tema em uma instituição de ensino tecnológico.	SANTANA, G.; MARQUES, P. R. B. O.
2017	O lixo eletrônico e suas potencialidades: um estudo das teses e dissertações nos últimos 3 anos	SALES, E.S. et al.
2017	Logística Reversa: Importância econômica, social e ambiental.	OLIVEIRA, Elaine Ferreira et al.
2017	Levantamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos médico-hospitalares de um hospital público na cidade de João Pessoa.	BRITO, L. D.
2017	The Global E-waste Monitor, United Nations University (UNU), International Telecommunication	BALDÉ et al.

	Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA).	
2016	O tratamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na política nacional de resíduos sólidos.	SANTOS, M. C. M.
2015	Desafios da Sustentabilidade na Economia de Baixo Carbono.	ENGEMA
2013	Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica.	ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial Inventta Consultoria Ltda
2005	Conceitos do Empreendedorismo	SENTANIN, V. BARBOZA, R.

Fonte: elaboração própria (2024).

APÊNDICE B - Detalhamento da Confecção do kit de joias: Modelo 01

- Brinco com Resíduos Eletroeletrônicos (Modelo 01)

Materiais: fios de cabo, arame, base para brinco, argolinhas, alicate de corte e cola

Passo a Passo:

1) Preparação dos Materiais:

- Corte um pequeno pedaço de fio (aproximadamente 60 cm) para cada brinco, usando fios coloridos para criar contraste.
- Separe dois pares de base para brincos de sua preferência, nesse caso utilizou-se o do tipo anzol, duas argolinhas e dois pedaços de arame (aproximadamente 10 cm) cada, que serão a peça central do brinco.

2) Montagem:

- Dobre o final de cada arame, formando um círculo pequeno. Se possível, aperte bem, para garantir firmeza. De uma leve arredondada no arame formando um círculo maior, servindo de base para a aplicação do macramê.
- Inicia-se o macramê com um nó, e logo após, use o fio da direita, passando por cima do arame, em seguida pegue o fio da esquerda, passe por cima do fio da direita e do arame e finalize, colocando o fio da esquerda por dentro da abertura entre o fio da direita e o arame, formando o símbolo do infinito.
- Repita esses movimentos até o tamanho desejado.

3) Acabamento:

- Assim que terminar o macramê, o acabamento é feito com um pequeno nó.
- Corte as sobras e cole as pontas ao nó. No final do arame, corte as sobras e repita os mesmos passos da montagem, dobrando o final, para que forme um círculo pequeno.

- Com a argolinha aberta, una as duas extremidades com a base para o brinco e feche.

- Colar com Resíduos Eletroeletrônicos (Modelo 01)

Materiais: fios de cabo longo, alicate de corte e de dobra, cola.

Passo a Passo:

1. Preparação dos Fios:

- Corte quatro pedaços de fio longo com o mesmo comprimento (aproximadamente 2 metros, dependendo do tamanho desejado).
- Corte dois pedaços de fio com o mesmo tamanho (aproximadamente 1 metro cada)
- Corte um pedaço de cabo que servirá de base (aproximadamente 1,20 metros).

2. Montagem:

- Para cada dois fios longos usa-se um fio menor como base para a aplicação do macramê, finalizando o macramê, faça um nó e cole as pontas.
- Torça os três fios de macramê juntos para formar um cordão trançado, envolvendo com o cabo base. Esta técnica adiciona resistência e um toque estético.
- Para unir os dois trançados utiliza-se uma argolinha para arrematar e unir junto ao cabo base.
- Em cada ponta, faça um nó, para que não solte.

3. Acabamento:

- Verifique se as pontas estão bem firmes. Ajuste com o alicate se houver folgas nas argolas e use cola para maior segurança nos nós das pontas.

- Pulseira com Resíduos Eletroeletrônicos

Materiais: cabos longos (60-100 cm), contas decorativas de plástico ou metal (opcional).

Passo a Passo:

1. Corte e Preparação:

- Corte o cabo no comprimento desejado para a pulseira (geralmente 30-40 cm).
- Corte fios coloridos do mesmo tamanho, vai depender da preferência de largura, no modelo 01 foram cortados 3 fios (aproximadamente 2 metros).

2. Montagem:

- Inicia-se o macramê com um nó, e logo após, use o fio da direita, passando por cima do cabo, em seguida pegue o fio da esquerda, passe por cima do fio da direita e do arame e finalize, colocando o fio da esquerda por dentro da abertura entre o fio da direita e o cabo, formando o símbolo do infinito.

3. Acabamento:

- Assim que terminar o macramê, o acabamento é feito com um pequeno nó. Corte as sobras e cole as pontas ao nó. Assegure-se de que todos os nós das pontas estejam firmemente fixados.

APÊNDICE C - Detalhamento da Confecção do kit de joias: Modelo 03

- Brinco com Resíduos Eletroeletrônicos (Modelo 03)

Materiais: fios de cabo, base para brinco, argolinhas, alicate de corte, terminais e contas de acrílico (opcionais), alfinetes e cola

Passo a Passo:

1. Preparação dos Materiais:

- Corte vários pedaços de fio pequenos (aproximadamente 15 cm) para cada brinco, usando fios coloridos para criar contraste.
- Separe dois pares de base para brincos de sua preferência, nesse caso utilizou-se o do tipo anzol, duas argolinhas, contas de acrílico, dois alfinetes para joias e dois terminais caneca serão a peça central do brinco.

2. Montagem:

- Dividir todos os fios cortados em dois fardos iguais, dobre as duas pontas, formando um “U”.
- Com o alfinete passe por dentro das contas de acrílico, corte o excesso e com o alicate dobre as pontas formando um pequeno círculo.
- Com o auxílio da argolinha, passe o alfinete com as contas e coloque no meio do fardo de fios já dobrado.
- Por fim, uma as pontas dos fios e cole dentro do terminal caneco. Com a segunda argolinha, uma o terminal e a base de brincos. Repita todos os passos para o segundo lado.

Acabamento:

- Assim que terminar certifique se todos os fios estão devidamente colados dentro dos terminais e se todas as argolinhas estão fixas e fechadas.

- Colar com Resíduos Eletroeletrônicos (Modelo 03)

Materiais: fios de cabo longo, alicate de corte, terminais, contas de acrílico, alfinetes para joias, fechos argolinhas, correntes e cola.

Passo a Passo:

1. Preparação dos Fios:

- Corte diversos pedaços de fio longo com o mesmo comprimento (aproximadamente 1,20 metros, dependendo do tamanho desejado).

4. Montagem:

- Passe o alfinete por dentro das contas para formar um pingente, com o alicate corte os excessos e dobre o final do alfinete formando um pequeno círculo e no final adicione a argolinha.
- Passe o pingente por dentro dos fios.
- Unir todos os fios, para cada ponta do fardo, cole os terminais, em um lado aplique uma argolinha com uma corrente, e no outro lado, uma argolinha com um fecho.

Acabamento:

- Verifique se as pontas estão bem firmes. Ajuste com o alicate se houver folgas nas argolas e use cola para maior segurança nos fios dos terminais.

- Pulseira com Resíduos Eletroeletrônicos

Materiais: Fios longos, contas decorativas de plástico ou metal (opcional), terminais, fechos, correntes e cola.

Passo a Passo:

1. Corte e Preparação:

- Corte vários p pedaços de fio no comprimento desejado para a pulseira (geralmente 30-40 cm).
- Corte fios coloridos do mesmo tamanho, vai depender da preferência de largura.

2. Montagem:

- Unir os fios em apenas um fardo, passar os fios por dentro das contas de acrílico.
- Upara cada ponta do fio, colo os terminais.
- Com o auxílio de um alicate, unir as argolinhas nos terminais, de um lado inclua o fecho e para o outro lado a corrente.

3. Acabamento:

- Assegure-se de que todos os fios estejam colados dentro dos terminais, assim como o fechamento correto das argolinhas.