

ARABELA: COLEÇÃO DE SEMIJOIAS MODULARES DESENVOLVIDAS COM RESÍDUOS ELETRÔNICOS

ARABELA: A COLLECTION OF MODULAR SEMI-JEWELRY
DEVELOPED WITH ELECTRONIC WASTE

Data de aceite: 14/04/2025 | Data de submissão: 15/03/2025

JORIS, Amanda Rodrigues, graduada

IFSC, Florianópolis, Brasil, E-mail: amandajoris2@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3270-9183>

NEVES, Carla Arcoverde de Aguiar, doutora

IFSC, Florianópolis, Brasil, E-mail: carcverde@ifsc.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4144-5287>

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento de uma coleção de semijoias modulares a partir de resíduos eletrônicos, em parceria com a empresa especializada na gestão sustentável desses materiais. O projeto foi fundamentado na metodologia Double Diamond e envolveu pesquisas teóricas sobre resíduos eletrônicos, práticas de sustentabilidade e design modular no setor de joalheria, além de coletas de dados com o público por meio do Google Forms. A partir dessas análises, foram criados painéis conceituais e avaliadas diferentes alternativas para a concepção do projeto. O desenvolvimento da coleção priorizou aspectos como funcionalidade, identidade visual e sustentabilidade, destacando-se pela possibilidade de personalização das peças. Como resultado, obteve-se um conjunto de semijoias modulares inovador e alinhado aos princípios do design sustentável, abrindo espaço para futuras investigações sobre viabilidade de produção e inserção no mercado.

Palavras-chave: Resíduos Eletrônicos; Semijoias Modulares; Design Sustentável.

ABSTRACT

This article aims to present the development of a modular semi-jewelry collection made from electronic waste, in partnership with the company specialized in the sustainable management of these materials. The project was based on the Double Diamond methodology and involved theoretical research on electronic waste, sustainability practices, and modular design in the jewelry sector, as well as data collection from the public through Google Forms. Based on these analyses, conceptual panels were created, and different alternatives for the project conception were evaluated. The collection's development prioritized aspects such as functionality, visual identity, and sustainability, standing out for the possibility of customizing the pieces. As a result, an innovative modular semi-jewelry set was created, aligned with the principles of sustainable design, paving the way for future investigations on production feasibility and market insertion.

Keywords: Electronic Waste; Modular Semi-jewels; Design for Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O *design* de joias está em constante evolução, sempre em busca de novas formas de expressão e se adaptando aos valores contemporâneos. Nesse contexto, uma nova perspectiva vem se destacando, a qual integra elementos de resíduos eletrônicos na elaboração de joias. Essa abordagem desafia as convenções estéticas tradicionais ao mesmo tempo que trata da problemática relacionada ao descarte inadequado de dispositivos eletrônicos obsoletos (Fogaça, 2011).

Resíduos eletroeletrônicos são aqueles gerados por dispositivos e aparelhos que, após seu uso, são descartados. Esses resíduos incluem equipamentos que dependem de energia para funcionar, seja por meio de baterias ou conexão direta a uma fonte de energia. Exemplos de resíduos eletroeletrônicos incluem monitores, celulares, equipamentos de telecomunicação e lâmpadas eletrônicas (National Geographic Brasil, 2023).

É bastante comum encontrar dispositivos eletroeletrônicos inativos nas residências, muitas vezes devido à falta de divulgação dos locais apropriados para descarte e coleta desses materiais. A falta de informação sobre onde e como descartar tais itens corretamente, aliada à conscientização limitada sobre a importância desse processo, resulta em uma parcela reduzida da população que os conhece ou utiliza. Adicionalmente, muitas pessoas, por vezes, sentem-se desmotivadas a levar os dispositivos até os pontos de coleta, seja pela carência de informação ou mesmo pela inconveniência associada ao descarte apropriado.

O descarte inadequado de dispositivos eletrônicos pode trazer impactos negativos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana. Muitos desses materiais contêm substâncias que, se não descartadas corretamente, podem contaminar o solo e a água. Elementos como chumbo, mercúrio e cádmio, presentes em alguns componentes eletrônicos, são conhecidos por seus efeitos prejudiciais (National Geographic Brasil, 2023).

Além disso, observa-se uma tendência crescente nos volumes de resíduos eletrônicos em escala mundial. Conforme informações da Global E-waste Statistics Partnership (GESP), houve um aumento de 21% nos últimos cinco anos até 2019, resultando na geração de 53,6 milhões de toneladas métricas de resíduos eletrônicos. Prevê-se que essa expansão persistirá à medida que a adoção de computadores, smartphones e outros dispositivos eletrônicos continue a se ampliar, juntamente com a rápida obsolescência desses produtos (Organização Pan-Americana da Saúde, 2021).

Entretanto, práticas de reciclagem adequadas podem trazer benefícios significativos. Em 2019, a GESP destacou que a reciclagem de 17,4% dos resíduos eletrônicos contribuiu para a redução de até 15 milhões de toneladas de CO₂ no ambiente (Organização Pan-Americana da Saúde, 2021). Isso reforça a importância de se adotar processos responsáveis de coleta e reciclagem de resíduos eletrônicos, ajudando não apenas na proteção do meio ambiente, mas também na redução das emissões de gases de efeito estufa.

Com base nisso, o propósito deste trabalho foi criar uma coleção de semijoias modulares a partir de resíduos eletrônicos, com o intuito de amenizar o problema ambiental causado por esse tipo de resíduo, assim estimulando o descarte correto e impulsionando a criatividade e a possibilidade de reutilização e reciclagem desse

tipo de resíduo. Para esta pesquisa foi aplicado o método *Double Diamond* por oferecer um quadro estruturado que permitiu explorar amplamente as necessidades e desafios do projeto, facilitando a geração de soluções inovadoras e eficientes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A base teórica deste estudo fundamentou-se nos princípios do *design* sustentável e da economia circular, aplicados à criação de acessórios a partir de resíduos eletrônicos. O *design* de joias, historicamente ligado ao luxo e à exclusividade, passou por transformações significativas, incorporando novas possibilidades como a modularidade e o *upcycling* (Viero; Cidade, 2021).

O conceito de *design* modular permitiu a criação de peças intercambiáveis, possibilitando ao usuário personalizar e recombina os elementos de um acessório conforme suas preferências. Esse modelo promove maior versatilidade e reduz o descarte de materiais, tornando-se uma estratégia alinhada à sustentabilidade (Ceratti, 2013; Baptista et al., 2015). Além disso, o *upcycling* agrega valor a componentes eletrônicos descartados, como placas de circuito, fios e teclas de computador, transformando-os em peças de moda diferenciadas. Dessa forma, essa técnica não apenas reduz o desperdício, mas também incentiva um consumo mais consciente e sustentável (Bennet, 2023).

Entretanto, a problemática dos resíduos eletrônicos representa um dos desafios ambientais mais urgentes da atualidade, pois a rápida obsolescência dos dispositivos eletrônicos, combinada ao consumo acelerado, resulta em um aumento exponencial desses resíduos. Em 2019, o mundo gerou aproximadamente 53,6 milhões de toneladas de lixo eletrônico, com projeção de crescimento contínuo nos próximos anos (Sharifidarabad, 2024).

No Brasil, mais de 1 milhão de computadores são descartados anualmente, sendo que grande parte desse material contém metais pesados como chumbo, cádmio e mercúrio, que representam riscos ambientais e à saúde humana (Widmer et al., 2005; Intechopen, 2020). Além disso, o descarte inadequado desses resíduos pode contaminar solos e corpos d'água, contribuindo para a degradação ambiental e a superlotação de aterros sanitários (Parvez et al., 2021).

Diante desse cenário, a economia circular surge como uma alternativa viável para minimizar os impactos ambientais, propondo a reintegração dos resíduos eletrônicos ao ciclo produtivo. A recuperação de metais preciosos presentes em dispositivos descartados, como ouro, prata e paládio, reduz a necessidade de extração de matérias-primas e minimiza a pegada ambiental da indústria (Geissdoerfer et al., 2017). Além disso, práticas como a remanufatura e o acondicionamento de eletrônicos prolongam a vida útil dos produtos e fomentam um mercado sustentável (Moriyama; Vianna, 2019).

Nesse contexto, a escolha dos materiais para a criação de acessórios sustentáveis torna-se um fator relevante. Dentre os componentes eletrônicos passíveis de reaproveitamento, destacam-se as placas de circuito impresso (PCBs), fios de cobre revestidos e pequenos componentes eletrônicos, como capacitores e LEDs, que podem ser encapsulados para garantir segurança no uso. Esses materiais, além de sua estética única, possibilitam a criação de joias sem comprometer a

segurança do usuário, tornando-se uma alternativa viável para aliar moda e sustentabilidade (Pedersen, 2023; Passive Components, 2019).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa utilizou o método *Double Diamond*, que tem como objetivo explorar um problema ou uma oportunidade de melhoria de forma ampla, para depois focar em ações específicas. O objetivo final foi oferecer uma solução que atenda às necessidades do usuário. Esse método é composto por quatro etapas: descobrir, definir, desenvolver e entregar (Aela Editorial, 2020). A Figura 1 ilustra o Diagrama *Double Diamond*, destacando essas fases, desde a exploração inicial do problema até a entrega da solução.

Figura 1 - Diagrama *Double Diamond*.



Fonte: Piazza (2022).

Descobrir: Na fase inicial busca-se compreender o problema e identificar as necessidades reais das pessoas (Santos *et al.*, 2021). No caso, focou-se nos impactos ambientais do descarte inadequado de resíduos eletrônicos e na escassez de soluções sustentáveis para reutilização desses materiais.

Definir: Na segunda etapa, é preciso analisar as descobertas da fase anterior para definir o problema central e estabelecer os objetivos do projeto (Lugão, 2022). A partir dessa análise, foi definido o desafio de criar uma forma inovadora de reutilizar os resíduos eletrônicos, transformando-os em semijoias modulares.

Desenvolver: Na terceira etapa do diamante, deve-se explorar soluções possíveis para o problema (Aela Editorial, 2020), conduzindo pesquisas com o público-alvo e criando painéis imagéticos e definições de requisitos para guiar o desenvolvimento da coleção.

Entregar: A etapa final envolve refinamento e validação da solução escolhida por meio de protótipos, testes e coleta de feedbacks (Lino, 2022), resultando na modelagem 3D da coleção e na construção de um modelo de apresentação das semijoias.

4. DESENVOLVIMENTO DA COLEÇÃO

Para entender melhor as preferências do público e assegurar que a coleção atendesse às expectativas do consumidor final, foi realizado um questionário *online* por meio do *Google Forms*. A pesquisa contou com 61 participantes e forneceu dados relevantes sobre o perfil do público e suas preferências. As respostas destacaram o interesse por acessórios sustentáveis, leves e fáceis de combinar, que pudessem ser usados no dia a dia. Houve uma valorização de propostas funcionais, como fechos práticos, conforto no uso e resistência, além da preferência por peças modulares, que permitem diferentes formas de uso. Esteticamente, os participantes demonstraram afinidade com um estilo mais urbano e discreto, com elementos geométricos e cores neutras, o que guiou o desenvolvimento das joias para uma linguagem visual contemporânea alinhada ao cotidiano.

Visto isso, o público-alvo da coleção é composto por mulheres entre 18 e 30 anos que valorizam a sustentabilidade e buscam produtos inovadores. Essas consumidoras tendem a ser criativas, abertas a novas tendências e possuem um estilo marcante que reflete personalidade e individualidade. Um exemplo do que a coleção pode oferecer é um acessório com *design* contemporâneo e modular, ideal para o dia a dia em ambientes de trabalho ou estudos, que também se adapte a eventos casuais e sociais, mantendo a sofisticação e o apelo cosmopolita.

Além disso, foi montado um painel de produtos similares para compreender o que já existe no mercado. O painel apresenta joias e semijoias selecionadas para comparação, escolhidas por sua semelhança com as peças do projeto, conforme mostrado na Figura 2. As joias variam entre aquelas que combinam resíduos eletrônicos com materiais nobres e outras compostas exclusivamente por resíduos.

Figura 2 - Painel de similares.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Os requisitos deste projeto foram definidos com base na pesquisa realizada com o público-alvo e no painel de similares. Logo, o projeto deve atender aos critérios apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Requisitos do projeto.

HIERARQUIZAÇÃO	NECESSIDADE	REQUISITOS	ESPECIFICAÇÃO META
1	Contribuir para a economia circular	Utilizar resíduos eletrônicos	Uso de materiais como PCBS, fios de cobre, capacitores e resistores
2	Inovação	Design modular	Peças com 2 formas de uso e partes que podem ser combinadas
3	Design ousado e sofisticado	Estilo dramático urbano	Formas geométricas e irregulares, e uso de tons neutros
4	Autenticidade estética	Destacar a procedência dos materiais	Cores e texturas dos eletrônicos, com adição de outros materiais (ganchos/resina)
5	Variedade	Coleção composta de peças variadas	Ter entre 3 e 4 peças (colar, brinco, anel e pulseira)
6	Segurança	Materiais que não apresentem riscos à saúde	Materiais revestidos, sem toxidade e bordas afiadas
7	Acessibilidade	Usabilidade intuitiva	Fechos e ganchos que permitam colocar e tirar as peças sem esforço

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Após as diretrizes estabelecidas, iniciou-se a etapa de geração de alternativas, onde foram desenvolvidas diversas propostas para as joias. Essa fase envolveu um processo de *brainstorming*, no qual foram criadas peças explorando diferentes possibilidades de reaproveitamento de materiais eletrônicos.

As principais alternativas passaram por um processo de refinamento e modelagem 3D no programa *Solidworks* e renderização no programa *Blender* que melhorou as propostas em termos estéticos e do processo de fabricação, assim facilitando a visualização da coleção.

As alternativas renderizadas apresentadas são algumas das opções para a construção da coleção, onde cada escolha de brinco/colar com determinada estética será acompanhada de outras peças de semijoias seguindo a mesma linha, como pode-se observar na Figura 3.

Figura 3 - Geração de alternativas.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

A matriz de seleção, baseada no método de Baxter (2000), foi utilizada para comparar, avaliar e priorizar os requisitos do projeto. Os requisitos foram listados e receberam pesos conforme sua importância: 3 para os mais importantes, 2 para os razoavelmente importantes e 1 para os menos relevantes.

Cada alternativa foi avaliada de 1 a 5, sendo a nota 5 atribuída à alternativa que melhor atendia ao requisito e a nota 1 à que menos atendia. A pontuação de cada requisito foi multiplicada pelo peso atribuído, e a soma das notas resultou nas alternativas mais bem avaliadas: alternativas 1, 5 e 6, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz de seleção.

Nº	ALTERNATIVAS	Utilizar resíduos eletrônicos: peso 3	Design modular: peso 2	Estilo dramático urbano: peso 2	Destacar a procedência dos materiais: peso 2	Materiais que não apresentem riscos: peso 3	Usabilidade intuitiva: peso 3	TOTAL
1		4	3	5	5	5	4	64
2		4	5	4	5	5	1	58
3		3	3	4	3	5	4	55

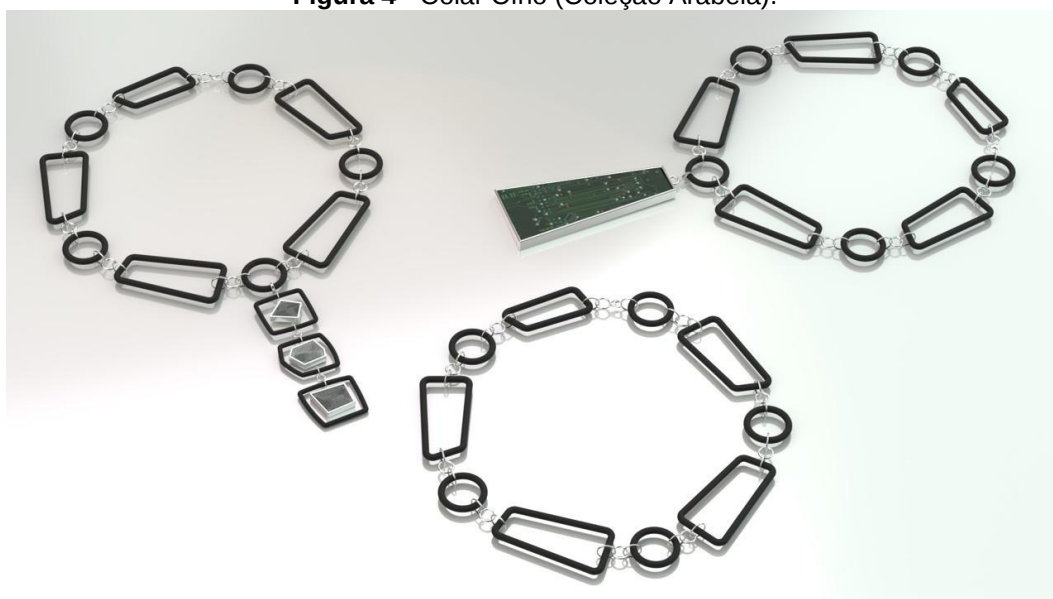
Nº	ALTERNATIVAS	Utilizar resíduos eletrônicos: peso 3	Design modular: peso 2	Estilo dramático urbano: peso 2	Destacar a procedência dos materiais: peso 2	Materiais que não apresentem riscos: peso 3	Usabilidade intuitiva: peso 3	TOTAL
4		3	3	4	4	5	5	61
5		5	5	4	5	5	2	65
6		5	4	5	5	5	4	70

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Com base nisso, decidiu-se combinar as propostas 1 e 6, que apresentam formatos diferenciados e maior potencial de modularidade. Assim, a coleção será projetada para integrar o formato do colar com a tríade e adicionar o trapézio do brinco, permitindo substituir a tríade pelo trapézio, dessa forma, oferecendo mais flexibilidade para personalização das peças.

A coleção foi modelada no software 3D *SolidWorks*, o que possibilitou uma avaliação detalhada da funcionalidade do *design*, além de facilitar a análise dos materiais, componentes e dimensões. Para visualizar o produto final de maneira realista, utilizou-se o programa *Blender* para renderizar as imagens, destacando todos os detalhes definidos, apresentados nas Figuras 4, 5, 6 e 7.

Figura 4 - Colar Círio (Coleção Arabela).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Figura 5 - Par de brincos Pêndulo (Coleção Arabela).



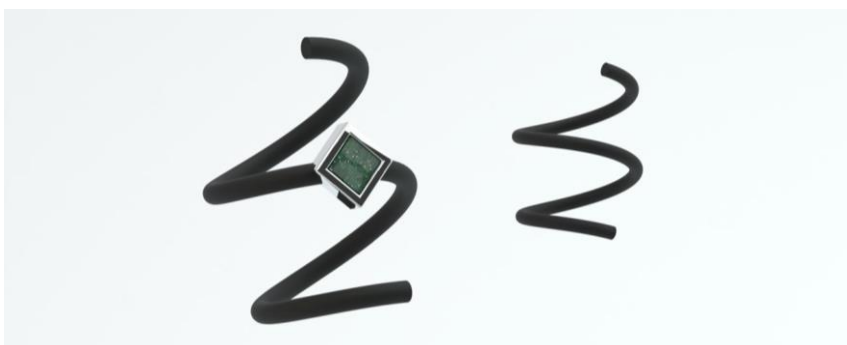
Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Figura 6 - Pulseira Aurora (Coleção Arabela).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Figura 7 - Anel Orbe (Coleção Arabela).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

A construção do modelo de apresentação iniciou com a base das peças feitas de fio de cobre rígido de 2mm, moldado com alicate e unido com argolas de 1mm, como é apresentado na Figura 8. A junção das pontas do fio foi feita com fita isolante preta para garantir estabilidade.

Figura 8 - Construção da base da Pulseira Aurora.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Para a moldura optou-se pela impressão em resina termofixa e fotocurável padrão. Para simular a aparência de metal ideal para a coleção, as molduras foram pintadas com tinta *spray* metalizada, conforme mostrado na Figura 9.

Figura 9 - Molduras pintadas com tinta *spray*.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Em seguida, usando de base as medidas dos desenhos técnicos e as próprias molduras de teste, as placas de circuito foram cortadas com uma guilhotina, ilustrado na Figura 10, e fixadas nas molduras com cola de cianoacrilato, conhecida como adesivo instantâneo.

Figura 10 - Cortes da PCB na guilhotina.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Após as PCBs serem coladas, aplicou-se uma fina camada de resina epóxi, conferindo às peças um aspecto brilhante semelhante ao de joias, permitindo preencher eventuais espaços entre as placas e as molduras, garantindo maior uniformidade. Em seguida, as peças foram unidas aos fios de cobre com argolas e ganchos, conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Aplicação de resina nos pingentes.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

O resultado deste trabalho foi obtido após a finalização do modelo, juntamente com o conceito da coleção e a justificativa para a escolha das cores e materiais utilizados, mediante o atendimento de requisitos de um *design* com sustentabilidade e de aspectos com funcionalidade conceitual.

5. RESULTADOS

A Coleção Arabela propõe semijoias modulares feitas de resíduos eletrônicos, unindo sustentabilidade, funcionalidade e *design*. Baseada na economia circular, buscou sensibilizar sobre o impacto ambiental e incentivar o consumo responsável.

A modularidade permitiu personalização para diferentes ocasiões, promovendo versatilidade, conforme mostrado na Figura 12. Assim, a coleção reduziu impactos ambientais, transformando resíduos em peças desejáveis, com valor estético e cultural.

Figura 12 - Coleção Arabela.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

A coleção utilizou as cores preto, verde e prata para transmitir sofisticação, sustentabilidade e inovação. O preto garantiu contraste e modernidade, o verde simbolizou a conexão com a natureza, e o prata remeteu aos materiais eletrônicos.

Os materiais foram escolhidos por estética e funcionalidade: fios de cobre rígidos estruturam as peças, enquanto argolas e ganchos facilitaram o uso. Os pingentes de PCB reforçaram a identidade dos resíduos eletrônicos da coleção, com molduras em inox e resina para durabilidade e acabamento refinado dos pingentes.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O uso de resíduos eletrônicos na criação de semijoias promoveu a sustentabilidade ao transformar materiais descartáveis em produtos de valor. Utilizando fios de cobre e placas de circuito impresso, o projeto possibilita a redução de resíduos, aplicando conceitos de economia circular e minimizando impactos ambientais. Além disso, a coleção se destaca pela modularidade, permitindo personalização por meio de ganchos lagosta, ilustrado na Figura 13, que são comuns em colares, e fechos de rosquear, como mostrado na Figura 14, comuns em *piercing*, para facilitar as trocas.

Figura 13 - Gancho lagosta.



Fonte: Maluli, 2025.

Figura 14 - Fecho de rosquear.



Fonte: M2 Piercing, 2025.

O nome Arabela, que significa altar belo, em latim (Steinbach, 2024), foi escolhido para simbolizar a transformação de materiais descartados. Assim como um altar renova propósitos, a coleção reinventa componentes tecnológicos obsoletos em peças únicas e significativas. Cada peça da coleção possui um nome inspirado nesse conceito e um sistema modular que possibilita diferentes formas de uso:

Colar Círio: Evoca luz e continuidade, como uma vela em um altar que se adapta ao ambiente. Possui uma base confeccionada com fios de cobre na cor preta, moldados em formas de trapézios e círculos. A peça permite personalização por meio de pingentes intercambiáveis, um trapézio de PCB resinada e emoldurada ou uma tríade de fios de cobre preto moldados em formatos orgânicos. No centro dessas formas encontram-se pingentes de PCB resinados, que seguem a mesma estética fluida. Os pingentes podem ser removidos e adicionados ao colar por meio de um fecho tipo gancho lagosta (Figura 15). Como os componentes utilizados, especialmente os fragmentos de placas eletrônicas, variam em textura, tonalidade e desenho, cada colar carrega uma identidade única, tornando-se uma peça personalizável. Essa flexibilidade e exclusividade reforça o caráter artesanal da coleção, que dialoga com sua proposta de sustentabilidade e reaproveitamento de materiais.

Figura 15 - Modularidade do colar com foco no fecho lagosta.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Par de brincos Pêndulo: Remete ao movimento e equilíbrio, trazendo harmonia ao *design*. Apresenta uma argola convencional, equipada com um fecho de rosquear na ponta, proporcionando facilidade na inserção e remoção das peças modulares (Figura 16). Na argola, é possível adicionar trapézios confeccionados em PCB resinada e emoldurada, além de unidades da tríade composta por fios de cobre

moldados em formas fluidas, com um pingente orgânico de PCB centralizado. O brinco permite a adição de múltiplos pingentes, como, por exemplo, três trapézios de diferentes tamanhos, que podem ser combinados conforme o estilo desejado.

Figura 16 - Modularidade do brinco com foco no fecho de rosquear.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

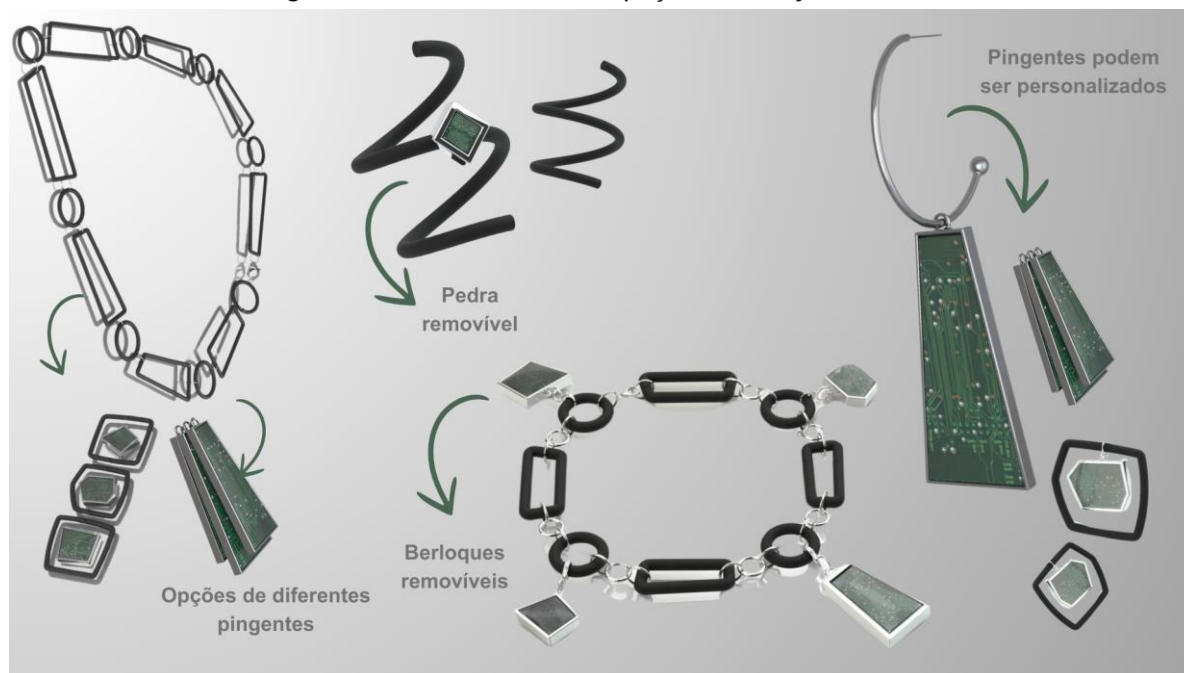
Pulseira Aurora: Simboliza um novo começo, conectando a reciclagem do resíduo eletrônico à ideia de luz e renovação. A peça possui a mesma base do Colar Círio, garantindo a continuidade no design da coleção. Para personalização, é possível adicionar berloques em formato orgânico, confeccionados em PCB resinada e emoldurada, que se fixam nos círculos por meio de ganchos lagosta. Além disso, é possível incluir um berloque maior em formato de trapézio, também em PCB resinada e emoldurada, permitindo assim criar diferentes combinações.

Anel Orbe: Inspirado nos elementos circulares presentes em altares, representa a renovação contínua e a conexão entre passado e futuro. Apresenta um formato espiral, confeccionado em fio de cobre preto, proporcionando uma base única e fluida. Sua modularidade permite adicionar um pingente em formato de losango, também feito de PCB resinada e emoldurada. Este pingente possui um furo passante nas laterais da moldura, o que permite que ele seja inserido no fio de cobre do anel, ajustando-se assim como um pingente convencional.

Para o processo de fabricação da coleção, primeiro as placas de circuito e os fios de cobre devem ser limpos com álcool isopropílico para garantir que os materiais estejam adequadamente preparados para o uso. As bases das peças seriam feitas com moldes geométricos de metal, e os fios de cobre unidos com solda de estanho, o que garante maior resistência. Em seguida, as peças podem ser pintadas com tinta preta para melhorar o acabamento.

As molduras seriam feitas de inox e cortadas usando uma máquina CNC, assim como as PCBs, que também podem ser trabalhadas com CNC ou máquina de corte a laser que oferecem um acabamento superior em comparação com ferramentas manuais. A Figura 17 apresenta, de forma ilustrativa, a modularidade das peças da coleção, evidenciando as possibilidades de combinação e adaptação dos elementos.

Figura 17 - Modularidade das peças da Coleção Arabela.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Após o corte, as PCBs devem ser fixadas nas molduras com cola epóxi, e em seguida uma camada de resina epóxi é aplicada para dar um acabamento com aspecto de joia. A montagem final é feita manualmente, unindo as partes com argolas de 1mm de espessura e 5mm de diâmetro e ganchos lagosta, garantindo a estabilidade e união das semijoias.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou, na prática como o *design* pode ser um agente transformador ao aplicar os princípios da reciclagem e do reaproveitamento criativo no desenvolvimento de produtos autorais. Por meio do método *Double Diamond* foi possível conduzir as etapas da pesquisa para a concepção e confecção das peças, explorando soluções que aliam estética, funcionalidade e sustentabilidade. O projeto evidenciou a viabilidade de transformar resíduos eletrônicos, como placas de circuito impresso e fios de cobre, em joias únicas, com identidade própria e valor simbólico.

Mais do que oferecer uma alternativa ao descarte inadequado de resíduos, esta iniciativa resultou em uma coleção de acessórios que incorpora inovação, exclusividade e responsabilidade ambiental. O desenvolvimento das joias, com base em dados obtidos por meio de pesquisa com o público, reforça a aplicabilidade do projeto e sua sintonia com as expectativas contemporâneas de um consumo mais consciente.

Ao apontar as dificuldades de acesso e adesão da população aos pontos de coleta de resíduos eletrônicos, o projeto também apresentou uma solução prática: os materiais utilizados foram obtidos por meio de uma parceria com uma empresa especializada na coleta e tratamento de lixo eletrônico. Essa colaboração viabilizou o reaproveitamento dos componentes e demonstrou como a articulação entre

iniciativas criativas e empresas pode oferecer respostas para os desafios do descarte adequado, mesmo sem depender exclusivamente da mobilização espontânea da população.

Apesar dos avanços conquistados, ainda há espaço para aperfeiçoamentos, especialmente em aspectos como a junção e o acabamento dos fios. A adoção de novas técnicas pode contribuir para aumentar a resistência das peças e aprimorar sua sofisticação estética, elevando a qualidade e a durabilidade dos acessórios. Esses ajustes agregariam ainda mais valor ao produto final.

Portanto, espera-se que esta iniciativa inspire novas pesquisas, projetos e parcerias voltados ao reaproveitamento criativo de resíduos, incentivando uma cultura de consumo mais consciente e responsável. De modo geral, este trabalho reforça a ideia de que o *design* pode ser um agente de mudanças positivas, contribuindo para um futuro onde criatividade e sustentabilidade podem se complementar em harmonia.

REFERÊNCIAS

AELA EDITORIAL. **Como utilizar o Double Diamond na prática**, 2020. Disponível em: <https://aelaschool.com/experienciadousuario/double-diamond-como-trabalhar-com-essa-metodologia-na-pratica/>. Acesso em: 21/01/2024.

BAPTISTA, António; PEIXOTO, Daniel; ALVES, Tiago; LOURENÇO, Emanuel; SANTOS, Joaquim; PEREIRA, João Paulo; Santos, João Paulo; FARO, Tiago Brito e. **Projeto Adira - Topmat Artigo Técnico Modularidade, Standardização e Design-for-X Resultados de casos de estudo**, 2015. 56 f. Artigo técnico – Instituto de Ciências e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial, Portugal, 2015. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/9935/4/TOPMAT_Artigo_Tecnico_Modularidade_e_Lean_DfX_v1.1_Set2015_INEGI.pdf. p. 10. Acesso em: 31/10/2024.

BAXTER, Mike. **PROJETO DE PRODUTO: Guia prático para o design de novos produtos**. Traduzido por Itiro Iida. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2000. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5609792/mod_resource/content/2/BAXTER_projeto%20de%20produto.pdf. Acesso em: 09/01/2025.

BENNET, Max. **The Benefits of Upcycling: Transforming Waste into Valuable Resources**. *Green Living Inspiration Blog*, 2023. Disponível em: <https://www.greenlivinginspiration.com/blog/the-benefits-of-upcycling-transforming-waste-into-resources/>. Acesso em: 17/08/2024.

CERATTI, Luciana Jacociunas. **Design de jóias contemporâneas: soluções leves e versáteis**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/95527>. Acesso em: 27/10/2024.

FOGAÇA, André. **Artista plástico transforma eletrônicos em jóias**. *TechTudo*, 2011. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2011/05/artista-plastico-transforma-eletronicos-em-joias.ghml>. Acesso em: 28/01/2024.

GEISSDOERFER, Martin; SAVAGET, Paulo; BOCKEN, Nancy MP; HULTINK, Erik Jan. **The Circular Economy – A new sustainability paradigm?** *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 757-768, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261632102>, p 3. Acesso em: 27/09/2024.

INTECHOPEN. **Assessment and Management of Radioactive and Electronic Wastes**, 2020. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/8000> cap.4. Acesso em: 30/08/2024.

M2 PIERCING. **Kit 8 bolinhas aço cirúrgico 3mm**. M2 Piercing, 2025. Disponível em: <https://www.m2piercing.com.br/acessorios/kit-8-bolinhas-aco-cirurgico-3mm>. Acesso em: 07/03/2025.

MALULI. **Fecho lagosta de ferro Luli 18mm – Pacote com 50 unidades**. Maluli Armários, 2025. Disponível em: https://www.maluliarmarinhos.com.br/fecho-lagosta-de-ferro-luli-18mm-pacote-com-50-unidades/p?idsku=40039&gad_source=1. Acesso em: 05/03/2025.

MORIYAMA, Bruna Michele; VIANNA, Fernanda Cristina. **Experiências brasileiras em economia circular: o setor de lixo eletrônico**. *Anais do IX Simpósio de Iniciação Científica da FEI*, São Bernardo do Campo, p. 1-2, 2019. Disponível em: https://fei.edu.br/sites/sicfei/2019/producao/SICFEI_2019_paper_160.pdf. Acesso em 27/09/2024.

LINO, Nicholas. **Double Diamond: O que é e como usar?** *Redspark*, 2022. Disponível em: <https://www.redspark.io/double-diamond-o-que-e-e-como-usar/>. Acesso em: 21/01/2024.

LUGÃO, Priscila. **Double Diamond: O que é e como usar na prática**, 2022. Disponível em: <https://www.cursospm3.com.br/blog/ferramentas-para-usar-em-cada-fase-do-double-diamond/>. Acesso em: 21/01/2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Aumento do lixo eletrônico afeta saúde de milhões de crianças, alerta OMS**, 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/15-6-2021-aumento-do-lixo-eletronico-afeta-saude-milhoes-criancas-alerta-oms#:~:text=Outros%20impactos%20adversos%20%C3%A0%20sa%C3%BAde,como%20c%C3%A2ncer%20e%20doen%C3%A7as%20cardiovasculares>. Acesso em: 28/01/2024.

PARVEZ, Sarker M; JAHAN, Farjana; BRUNE, Marie-Noel; GORMAN, Julia F; RAHMAN, Musarrat J ; CARPENTER, David; ISLAM, Zahir; RAHMAN, Mahbubur; AICH, Nirupam; KNIBBS, Luke D; ASTUTO, Peter D. **Health consequences of exposure to e-waste: an updated systematic review**. *PubMed Central*, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8674120/#:~:text=We%20recorded%20po>

ssible%20connections%20between,impose%20plausible%20adverse%20health%20outcomes. Acesso em: 17/10/2024.

PASSIVE COMPONENTS. **Good Things Come in Small Packages: A Capacitor Technology Update**, 2019. Disponível em: <https://passive-components.eu/good-things-come-in-small-packages-a-capacitor-technology-update/> Acesso em: 20/10/2024.

PEDERSEN, Jan. **Reciclagem de PCBs: Navegando Desafios e Abraçando Oportunidades**. NCAB Group, 2023. Disponível em: <https://www.ncabgroup.com/blog/recycling-pcbs/>. Acesso em: 20/10/2024.

PIAZZA, Leandro. **O que é Double Diamond e Como Aplicar ele na Prática**. 49 Educação, 2022. Disponível em: <https://49educacao.com.br/frameworks/double-diamond/>. Acesso em: 21/01/2024.

SANTOS, Bruno Raphael de Carvalho; SARAIVA, Luana Bittencourt; RUSCHIVAL, Claudete Barbosa; SANTOS, Alef Vernon de Oliveira; SILVA, Eduardo Jorge Lira Antunes da; DIAS, Lúcio Vasconcellos; KUWAHARA Nelson. **Método do Diamante Duplo para o Design de um Aplicativo: Move In para a Saúde e Bem-estar**. DAT Journal, v.6 n.4, p 314-337, 2021. Disponível em: <https://datjournal.anhembi.br/dat/article/view/507/363>. Acesso em: 21/01/2024.

SHARIFIDARABAD, Hadi. **Cu Recovery from E-wastes**. In: GONZÁLEZ, Daniel Fernández. **Copper Overview - From Historical Aspects to Applications**. IntechOpen, 2024. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/1172611>. Acesso em: 04/09/2024.

STEINBACH, Maria Eduarda. **Significado do nome Arabela: História e origem!** Portal KD, 2024. Disponível em: <https://www.portalkd.com.br/significado-do-nome-arabela/>. Acesso em: 14/01/2025.

VIERO, Ivi Pivetta; CIDADE, Mariana Kuhl. **Design de joias modulares: monte você mesmo**. In: *Anais do II Simpósio Internacional de Ourivesaria, Joalheria e Design*, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/designproceedings/iisiojd/16.pdf>. Acesso em: 27/10/2024.

WIDMER, Rolf; OSWALD-KRAPF, Heidi; SINHA-KHETRIWAL, Deepali; SCHNELLMANN, Max; BONI, Heinz. **Global Perspectives on E-waste. Environmental Impact Assessment Review**. *Environmental Impact Assessment Review*, v.25, n.5, p. 436-458, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.04.001>. Acesso em: 04/09/2024