

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE - UNIVILLE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN  
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESIGN

A BIOMIMÉTICA COMO PROCESSO CRIATIVO NO DESIGN DE UMA COLEÇÃO  
DE JOIAS

BIOMIMETICS AS A CREATIVE PROCESS IN THE DESIGN OF A JEWELLERY  
COLLECTION

LA BIOMIMÉTICA COMO PROCESO CREATIVO EN EL DISEÑO DE UNA  
COLECCIÓN DE JOYERÍA

ISABELLA MARIA COSTA CUNHA DEMUTH  
PROFESSOR Drº: JOÃO EDUARDO CHAGAS SOBRAL

JOINVILLE – SC  
2024

ISABELLA MARIA COSTA CUNHA DEMUTH

A BIOMIMÉTICA COMO PROCESSO CRIATIVO NO DESIGN DE UMA COLEÇÃO  
DE JOIAS

BIOMIMETICS AS A CREATIVE PROCESS IN THE DESIGN OF A JEWELLERY  
COLLECTION

LA BIOMIMÉTICA COMO PROCESO CREATIVO EN EL DISEÑO DE UNA  
COLECCIÓN DE JOYERÍA

Relatório técnico apresentado como requisito para a obtenção de título de Mestre em Design na Universidade da Região de Joinville – Univille, sob orientação específica do professor Drº João Eduardo Chagas Sobral.

JOINVILLE- SC

2024

## Catalogação na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

D389b Demuth, Isabella Maria Costa Cunha  
A biomimética como processo criativo no design de uma coleção de joias /  
Isabella Maria Costa Cunha Demuth; orientador Dr. João Eduardo Chagas Sobral. –  
Joinville: UNIVILLE, 2024.

108 p. : il.

Relatório técnico (Mestrado em Design – Universidade da Região de  
Joinville)

1. Biomimetismo. 2. Joias - Confecção. 3. Pensamento criativo. I. Sobral,  
João Eduardo Chagas (orient.). II. Título.

CDD 739.27

**Termo de Aprovação**

**“A BIOMIMÉTICA COMO PROCESSO CRIATIVO NO DESIGN DE UMA  
COLEÇÃO DE JOIAS”**

por

Isabella Maria Costa Cunha Demuth

**Banca Examinadora:**

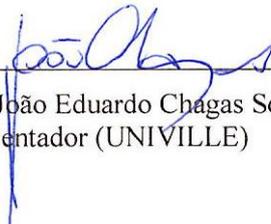
Prof. Dr. João Eduardo Chagas Sobral  
Orientador (UNIVILLE)

Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro  
(CEETEPS)

Profª. Ma. Anna Luiza Moraes Cavalcanti  
(UNIVILLE)

Profª. Dra. Marli Teresinha Everling  
(UNIVILLE)

Trabalho de Conclusão julgado para a obtenção do título de Mestra em Design, aprovado em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design – Mestrado Profissional.



---

Prof. Dr. João Eduardo Chagas Sobral  
Orientador (UNIVILLE)



---

Prof. Dr. Danilo Corrêa Silva  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design

Joinville, 19 de agosto de 2024.

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, pela vida. Eles que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, me incentivando e acreditando nos meus sonhos. Gratidão aos meus avós que mesmo longe se fazem diariamente presente e a quem tenho muita saudade. Sou muito grata à minha família, sem o apoio de vocês, eu não chegaria até aqui.

Ao meu parceiro André, agradeço imensamente pela paciência, apoio constante e compreensão durante toda essa jornada, que vibra por cada conquista alcançada e sempre me incentiva a continuar. Aos meus sogros, que também sempre me acolheram com carinho e me incentivaram em cada passo, meu muito obrigada.

Às minhas amigas, que me apoiaram e estiveram ao meu lado nos altos e baixos, minha mais sincera gratidão. Vocês tornaram essa jornada mais leve e significativa.

Sou muito grata ao meu orientador, a quem tenho muita admiração, meu professor desde a graduação e quem me apresentou a joalheria, cuja sabedoria e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto no mestrado, me guiou nos momentos mais desafiadores, sempre me incentivando a ir além.

Não poderia deixar de agradecer à Univille, que me proporcionou o espaço e os recursos para explorar uma área pela qual sou apaixonada, sou grata por estar aqui desde a graduação. Aos meus alunos que tive a chance de poder compartilhar o meu conhecimento. Ter a oportunidade de realizar essa pesquisa foi um sonho que se tornou realidade, e sem dúvida, até agora este projeto foi o mais importante da minha vida, o guardarei sempre com carinho.

## RESUMO

Este relatório técnico tem como objetivo explorar a Biomimética como processo criativo na elaboração de um projeto de Design de Joias, utilizando técnicas de produção de baixo impacto. A Biomimética é uma abordagem que busca através do estudo das estruturas existentes na natureza, resolver desafios e criar soluções criativas para diferentes áreas, principalmente no campo do Design. Por meio de uma revisão bibliográfica, foram explorados conceitos relacionados à Biomimética, ao Design e à Moda, buscando abordar exemplos relevantes acerca do tema para a sociedade ao longo do tempo. Foram analisados também projetos de pesquisa no campo do Design de Joias que utilizaram a Biomimética como fonte de inspiração e os métodos utilizados na realização dessas pesquisas. Esta investigação apresenta como problema os insumos para criação e sustentabilidade no campo da joalheria partindo da premissa de que a Biomimética pode ser uma fonte de inspiração, auxiliando no processo criativo, ao mesmo tempo que promover práticas mais sustentáveis nesse seguimento. A escolha da utilização da prata nos possibilita a produção de joias atemporais e duradouras, além de ser reutilizada diversas vezes na produção de novas joias. Na metodologia projetual utilizou-se o método do Duplo Diamante (2004) com a junção de duas abordagens metodológicas que foram utilizadas para o desenvolvimento do projeto, sendo elas, a proposta metodológica de Sorger e Udale (2009), a proposta metodológica específica para Biomimética desenvolvida por Kindlein et al. (2005) e as técnicas de ourivesaria de Santos (2017), para a produção das joias como produto. Os resultados esperados para este projeto são, fomentar a discussão sobre a Biomimética no campo do Design de Joias, que é pouco discutida, e despertar o interesse em utilizar a Biomimética como fonte de inspiração no processo criativo. Além disso, o projeto visa contribuir com a evolução das pesquisas e produções na joalheria, apresentando novas perspectivas e possibilidades para a criação de joias.

Palavras-chave: Biomimética e Joalheria; Design de joias; Processo criativo e Biomimética.

## ABSTRACT

This technical report aims to explore Biomimicry as a creative process in the development of a Jewelry Design project, using low-impact production techniques. Biomimicry is an approach that seeks to solve challenges and create creative solutions for different areas, mainly in the field of Design, through the study of structures existing in nature. Through a bibliographic review, concepts related to Biomimicry, Design and Fashion were explored, seeking to address relevant examples on the subject for society over time. Research projects in the field of Jewelry Design that used Biomimicry as a source of inspiration and the methods used in carrying out this research were also analyzed. This investigation presents as a problem the input for creation and sustainability in the field of jewelry, based on the premise that Biomimicry can be a source of inspiration, assisting in the creative process, while promoting more sustainable practices in this area. The choice of using silver allows us to produce timeless and long-lasting jewelry, in addition to being reused several times in the production of new jewelry. The Double Diamond method (2004) was used in the design methodology, combining two methodological approaches that were used to develop the project: the methodological proposal by Sorger and Udale (2009) and the specific methodological proposal for Biomimetics developed by Kindlein et al. (2005), and the goldsmithing techniques of Santos (2017) for the production of jewelry as a product. The expected results for this project were to encourage discussion about Biomimetics in the field of Jewelry Design, which is little discussed, and to awaken interest in using Biomimetics as a source of inspiration in the creative process. In addition, the project also aims to contribute to the evolution of research and production in Jewelry, presenting new perspectives and possibilities for the creation of jewelry.

Keywords: Biomimicry and Jewelry; Jewelry Design; Creative process and Biomimicry.

## RESUMEN

Este informe técnico tiene como objetivo explorar la Biomímesis como proceso creativo en el desarrollo de un proyecto de Diseño de Joyería, utilizando técnicas de producción de bajo impacto. La Biomímesis es un enfoque que busca, a través del estudio de las estructuras existentes en la naturaleza, resolver desafíos y crear soluciones creativas para diferentes áreas, principalmente en el campo del Diseño. A través de una revisión bibliográfica se exploraron conceptos relacionados con la Biomímesis, el Diseño y la Moda, buscando abordar ejemplos relevantes sobre el tema para la sociedad a lo largo del tiempo. También se analizaron proyectos de investigación en el campo del Diseño de Joyas que utilizaron la Biomímesis como fuente de inspiración y los métodos utilizados para llevar a cabo esta investigación. Esta investigación presenta como un problema el aporte para la creación y la sostenibilidad en el campo de la joyería a partir de la premisa de que la Biomímesis puede ser una fuente de inspiración, ayudando en el proceso creativo, al mismo tiempo que promueve prácticas más sostenibles en este segmento. Optar por utilizar plata nos permite producir joyas atemporales y duraderas, además de ser reutilizadas varias veces en la producción de nuevas joyas. En la metodología de diseño se utilizó el método Duplo Diamante (2004) con la combinación de dos enfoques metodológicos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto, a saber, la propuesta metodológica de Sorger y Udale (2009) y la propuesta metodológica específica de Biomimética. desarrollado por Kindlein et al. (2005), y las técnicas de orfebrería de Santos (2017), para la elaboración de joyería como producto. Los resultados esperados de este proyecto eran fomentar la discusión sobre la Biomimética en el campo del Diseño de Joyas, del cual poco se habla. Y despertar el interés por utilizar la Biomímesis como fuente de inspiración en el proceso creativo. Además, el proyecto también pretende contribuir a la evolución de la investigación y producción en Joyería, presentando nuevas perspectivas y posibilidades para la creación de joyería.

Palabras clave: Biomímesis y Joyería; Diseño de joyas; Proceso creativo y Biomímesis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Duplo diamante.....	19
Figura 2 – Etapas metodológicas utilizadas no desenvolvimento do projeto.....	22
Figura 3 – Leonardo da Vinci: estudos.....	23
Figura 4 – Leonardo da Vinci – Ornitóptero.....	24
Figura 5 – Exemplo das soluções por Broeck.....	25
Figura 6 – <i>Eden Project</i> .....	27
Figura 7 – <i>Eden Project</i> – Inspirações.....	28
Figura 8 – <i>Eden Project</i> – Visão de dentro.....	29
Figura 9 – Estação ferroviária do aeroporto de Lyon-Saint Exupéry Airport – Calatrava.....	29
Figura 10 – <i>World Trade Center Transportation Hub</i> , Nova Iorque – Calatrava.....	30
Figura 11 – Interior da estação do <i>World Trade Center Transportation Hub</i> – Calatrava.....	31
Figura 13 – Museu do Amanhã, Rio de Janeiro – Calatrava.....	32
Figura 14 – Vista de cima do Museu do Amanhã, Rio de Janeiro – Calatrava.....	33
Figura 15 – Velcro desenvolvido por Georges Mestral, inspirado a partir da semente de carrapicho ( <i>Actium lappa</i> ).....	34
Figura 16 – Velcro em dias atuais.....	34
Figura 17 – Comparação entre os tecidos impermeáveis e as folhas de lótus.....	35
Figura 18 - A borboleta Morpho e tecidos produzidos com a fibra Morphotex.....	36
Figura 19 – Cogumelo como couro <i>fake</i> , tecido Mylo.....	36
Figura 20 – Maiô inspirado na pele de tubarões da marca <i>Speedo</i> .....	37
Figura 21 – Vestidos da designer Iris Van Herpen na passarela.....	38
Figura 22 – Vestidos da designer Iris Van Herpen com Neri Oxman em 3D.....	39
Figura 23 – Projeto Anthozoa – Foto de perto da capa e saia, Iris Van Herpen com Neri Oxman a direita e Anthozoa ou antozoários a esquerda.....	40
Figura 24 – Ossos encontrados furados usados como pendente e esculpidos.....	41
Figura 25 – Pepita de ouro.....	42
Figura 26 – N.1 - Broche egípcio com escaravelho, símbolo da vida e ressurreição. N.2 - Joia e ornamentos de uma dama da corte da rainha Shub-ab, da Mesopotâmia. N.3 - Brincos gregos de ouro à esquerda. N.4 – Anel romano com moeda cunhada com a face de Faustina. N.5 - Anel romano com cravação de gemas à direita.....	43
Figura 27 – Exemplar relicário bizantino.....	44

Figura 28 – Pendente com figura de tritão (corpo em pérola barroca), em ouro, esmalte, diamantes, rubis e pérolas – Barroco. ....	44
Figura 29 – Anel com cabeças trocáveis, criados por Paul Derrez (Holanda, 1997) em prata e acrílico.....	45
Figura 30 – Bracelete Gucci - Bamboo.....	46
Figura 31 – Joalheria <i>Schiaparelli 2</i> – joias vestíveis.....	47
Figura 32 – Joias da designer Paola Vilas.....	48
Figura 33 – Parametrização – Lilian Marin.....	49
Figura 35 – Geração de alternativas a partir do software 3D Rhinoceros 4.0 – Lilian Marin.....	50
Figura 36 – Coleção por Lilian Marin.....	51
Figura 37 – Imagem obtida através do MEV do bambu com a parametrização.....	52
Figura 38 – Produção e peça pronta a partir do bambu.....	52
Figura 39 – Árvore de fundição, estrutura composta por diversas joias em cera, as quais servem como molde a serem preenchidos pelo metal nos processos de fundição.....	53
Figura 40 – Desenho técnico das amostras virtuais modeladas no software Rhino3D®, configuração dos canais de ataque da árvore de fundição inspirado na geometria fractal, na espiral Fibonacci e na filotaxia.....	54
Figura 41 – Amostras AV15, ATH e AF2 com corpos de prova laminar e corpos de prova pino de brinco fixados, prontas para fundição. À direita o pirógrafo utilizado para a montagem das estruturas, abaixo o gabarito utilizado para orientar a montagem.....	54
Figura 42 – Colar medalhão à direita e a sua ficha técnica à esquerda - Cristiane Hoffmeister.....	56
Figura 43 – Anel e bracelete à esquerda. Anel Renda à direita - Cristiane Hoffmeister.....	56
Figura 44 – <i>Mood board</i> persona.....	63
Figura 45 – <i>Mood board</i> lifestyle.....	64
Figura 46 – Mapa mental.....	65
Figura 47 – Painel de conceito de referência.....	66
Figura 48 – Tubérculos onde ficam os espinhos.....	67
Figura 49 – A) Vista oral. B) Vista aboral, da anatomia do ouriço-do-mar regular <i>Arbacia punctulata</i> .....	68
Figura 50 - Pés ambulacrais – Macrofotografia.....	68
Figura 51 – Ouriço-do-mar morfologia.....	69
Figura 52 – Esquema do desenvolvimento embriolarval do ouriço-do-mar <i>E. lucunter</i> .....	70

Figura 53 – Larva pluteus e embriões capturados em lupa óptica micrografia de campo escuro.....	71
Figura 54 – Fases desenvolvimento larvar de ouriços-do-mar por lupa óptica micrografia.....	71
Figura 55 – Painel de conceituação.....	75
Figura 56 – Prata para a reutilização.....	78
Figura 57 – Ferramentas: a) fresa; b) martelo; c) embutidor; d) cristal pirita.....	79
Figura 58 – Testes do brinco com padrão de tubérculos.....	79
Figura 59 - Anel tubérculos.....	80
Figura 60 - Teste dos braceletes e anéis.....	81
Figura 61 - Teste do colar.....	81
Figura 62 – Tamboreador de joias para polimento.....	82
Figura 63 – Editorial de moda.....	84

**LISTA DE QUADRO**

Quadro 1 – Marca Daniela Hamond.....	60
Quadro 2 – Marca Detuá.....	60
Quadro 3 – Livia Monteiro.....	61
Quadro 4 – Parametrização.....	73
Quadro 5 – Geração de alternativas.....	75
Quadro 6 – Seleção de alternativas.....	77

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 Problema.....	15
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Objetivo geral.....	16
1.4 Objetivos específicos.....	16
1.5 Aderência linha de pesquisa e projeto de pesquisa.....	17
1.6 Conexão ODS.....	17
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	19
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	23
3.1 Biomimética: Da sua origem ao impacto no Design e a Sustentabilidade.....	23
3.2 Joalheria: Da antiguidade à contemporaneidade.....	41
3.3 A Biomimética e a joalheria.....	46
3.4 A ourivesaria e seus processos técnicos.....	57
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO PRÁTICA</b> .....	59
4.1 Análise sincrônica.....	59
4.2 Análise de público-alvo.....	62
<b>5 DESENVOLVIMENTO PROJETUAL</b> .....	65
5.1 Mapa mental e proposta de trabalho.....	65
5.2 O Ouriço-do-mar como conceito de referência.....	66
5.3 Análise das amostras e parametrização.....	72
5.4 Conceituação da coleção.....	74
5.5 Geração de alternativas.....	75
5.6 Seleção das alternativas.....	77
5.7 Testes e confecção das peças.....	78
5.8 Ficha técnica.....	82
5.9 Editorial de moda.....	83
5.10 <b>CONCLUSÃO</b> .....	95
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	97
<b>APÊNDICES</b> .....	102

## INTRODUÇÃO

A Biomimética é uma abordagem que busca soluções criativas inspiradas nos processos biológicos existentes na natureza para desenvolver projetos inovadores em diversas áreas do conhecimento, incluindo a joalheria. A utilização de elementos vindos da natureza no Design de Joias tem ganhado cada vez mais destaque, e a Biomimética se mostra uma valiosa fonte de inspiração para o desenvolvimento de peças criativas, aliadas à sustentabilidade. Essa abordagem nos leva a repensar não apenas o Design, mas também a integração sustentável de materiais e processos. A joalheria e ourivesaria são artes antigas que envolvem a criação e produção de peças, utilizando técnicas e materiais refinados. Com o passar do tempo, essas artes foram se modernizando, acompanhando as mudanças da sociedade, ganhando cada vez mais relevância econômica e cultural.

O problema desta pesquisa aborda como a Biomimética pode ser uma fonte inesgotável de inspiração no campo da Joalheria, auxiliando no processo criativo e questionando a busca pela sustentabilidade, levando a indagar como a produção de uma coleção de joias pode alinhar-se com práticas mais responsáveis.

A justificativa encontra-se na capacidade única da Biomimética de permitir a exploração de soluções eficientes da natureza. Ao inspirar-se nela, não se busca apenas soluções estéticas, mas também alicerces para práticas sustentáveis, essenciais no panorama contemporâneo, visando contribuir com a construção de uma indústria joalheira mais ética e ecologicamente responsável. O uso de metais nobres como a prata, não apenas eleva as peças a atemporais, mas também reforça a durabilidade e a possibilidade da reutilização dela na reciclagem para a produção de novas joias, possibilitando um ciclo de vida mais longo.

A metodologia científica escolhida para o desenvolvimento desse projeto é de abordagem mista, tanto de pesquisa científica como de Design, fundamentando-se em uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório, aliando-se as abordagens práticas com técnicas voltadas ao Design de Joias. A pesquisa bibliográfica refere-se a Biomimética, Design, Moda e Sustentabilidade, tendo o seu foco na joalheria e nas técnicas de produção de ourivesaria de Santos (2017). A parte projetual é baseada no método do Duplo Diamante, desenvolvido pelo *Design Council* (2023), com a junção de duas abordagens metodológicas que foram utilizadas para o desenvolvimento do projeto, sendo elas a de Sorger e Udale (2009) e Kindlein et al. (2005).

Por fim como resultado deste projeto espera-se que, possa contribuir para apresentar a Biomimética como um caminho promissor para o desenvolvimento de projetos criativos e responsáveis. Espera-se também contribuir para a valorização e preservação dessas artes, bem como para a formação de profissionais mais conscientes e comprometidos com a qualidade e a excelência na produção de peças únicas, criativas e com propósito.

## 1.1 Problema

Segundo Munari (2008, p31), “o problema não se resolve por si só; no entanto, contém já todos os elementos para a sua solução. É necessário conhecê-los e utilizá-los no projeto de solução.”, ele explica que é importante que se comece definindo bem o problema para que seja definido limites dentro de como deverá se trabalhar. A problemática dessa pesquisa gira em torno de como a Biomimética pode trazer novas inspirações entre as infinitas possibilidades que a natureza oferece para o processo criativo no campo do Design e como ela pode contribuir criativamente para a elaboração de um projeto de Design de Joias.

Como a Biomimética anda lado a lado com a sustentabilidade, outra problemática seria em como a produção da coleção de joias desse projeto pudesse se alinhar com práticas mais sustentáveis e com a utilização de materiais de origem responsável e processos de fabricação de baixo impacto ambiental. A partir da exploração e aplicação da Biomimética de forma prática, alinhados com os métodos do Design para desenvolver soluções criativas para a criação de uma coleção de joias.

## 1.2 Justificativa

A Biomimética permite que inspirar-se na natureza e em suas soluções eficientes, resultando em criações únicas e criativas. O projeto visa explorar como a Biomimética pode contribuir criativamente no processo de criação numa coleção de joias, sendo elas produzidas com práticas mais sustentáveis alinhado com as demandas da atualidade.

Ao abordar a pesquisa, análise, ideação e testes guiadas pela metodologia do Duplo Diamante, se tem uma abordagem estruturada e iterativa do processo criativo, para resolver os componentes do problema identificado. Permitindo que se explore amplamente um

problema, considerem diferentes perspectivas e ideias, e depois concentrem-se na melhor solução para atender às necessidades do projeto.

Para o projeto, busca-se utilizar materiais, metais nobres e técnicas de fabricação de baixo impacto que proporcionem resistência e durabilidade, aumentando a longevidade das peças, buscando ser um aliado da Sustentabilidade. Ao utilizar metais nobres, transforma-se essas peças em item atemporais, que podem ser usadas em qualquer época do ano. Um aspecto interessante sobre joias em metais nobres é que são passadas de geração em geração por se tratar de materiais com alta durabilidade, sendo também recicláveis, podendo serem derretidas e transformadas em novas joias.

Sendo assim, o projeto trouxe os olhares para a reutilização da prata 950, pois é um metal de fácil manuseio pela sua maleabilidade e longa durabilidade, se encaixando no conceito de economia circular e de círculo fechado, onde os materiais usados são reciclados e reintegrados ao ciclo de produção. Reduzindo assim a quantidade de resíduos e contribuindo para a construção de uma indústria joalheira mais sustentável.

### 1.3 Objetivo geral

O objetivo geral deste projeto foi o desenvolvimento de uma coleção de joias utilizando a biomimética como processo criativo, aliado com técnicas de produção de baixo impacto ambiental.

### 1.4 Objetivos específicos

Para este presente projeto foram elencados 5 objetivos específicos. Sendo o primeiro deles:

- 1 Levantar conhecimento teórico sobre a Biomimética, a joalheria e as técnicas de produção usadas. Abordando a importância da Biomimética e a sua contribuição na área do Design com exemplos relevantes ao longo do tempo.
- 2 O segundo, analisar exemplos de projetos de pesquisa que utilizaram a Biomimética como metodologia e fonte de inspiração na joalheria, abordando sobre os métodos de como foram desenvolvidos esses estudos.
- 3 Também como objetivo específico, será reutilizar a prata para a produção da coleção das peças finais deste projeto. Através do foco na sustentabilidade será abordado sobre a

reutilização da prata buscando o apelo por práticas sustentáveis no Design de joias que é uma resposta direta à crescente conscientização ambiental no meio da joalheria.

- 4 Outro objetivo específico é encontrar um conceito de referência (na natureza, seja em animais, plantas, insetos etc.) para dar um norte ao desenvolvimento do projeto e para ser aplicado na estilização e geração de ideia dos desenhos das peças. Também abordar sobre as técnicas com foco na ourivesaria baseado nos processos e técnicas de produção de Santos (2017) para a produção da coleção de joia.
- 5 E por fim, contribuir com a evolução acerca das pesquisas e produções em joalheria no campo da Biomimética e Design de joias.

#### 1.5 Aderência linha de pesquisa e projeto de pesquisa

O presente projeto tem aderência com a linha de pesquisa de Processo de Produção e Design, considerando as questões simbólicas e estéticas no desenvolvimento de produtos sustentáveis. Também tem aderência ao Projeto de pesquisa Iris 2, pelo desenvolvimento do artefato de Design sendo potencializado com a pesquisa teórica e posteriormente prática dando luz à coleção de joias como produto final. Sendo também produzido um editorial de coleção como parte da composição de entrega do projeto, com as fotos das joias.

#### 1.6 Conexão ODS

Este projeto se conecta com as ODS<sup>1</sup>: 9, 12 e 14 (5 indiretamente).

ODS 5 (Indiretamente) – Igualdade de Gênero: Na ourivesaria, tradicionalmente, é uma prática milenarmente constituída por homens. Mas atualmente vem crescendo a participação de ourives mulheres.

ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura: A aplicação da Biomimética na criação de joias e o uso de técnicas de ourivesaria sustentáveis contribuem para o desenvolvimento de uma indústria mais inovadora e responsável, promovendo a Sustentabilidade e a eficiência na produção.

---

<sup>1</sup> ODS significa Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, é uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015, composta por 17 objetivos a serem atingidos até 2030.

ODS 12 - Consumo e Produção Sustentáveis: Ao utilizar a Biomimética como fonte de inspiração e técnicas de ourivesaria sustentáveis, a coleção de joias resultante poderá atender aos princípios de produção e consumo sustentáveis, minimizando o impacto ambiental e promovendo práticas responsáveis.

ODS 14 - Vida na Água: A Biomimética permite a observação e a aplicação dos princípios encontrados em organismos aquáticos, como conchas e corais, por exemplo, para a criação de joias. Ao valorizar a vida na água e utilizar técnicas de ourivesaria responsáveis, o projeto contribui para a conservação dos ecossistemas aquáticos.

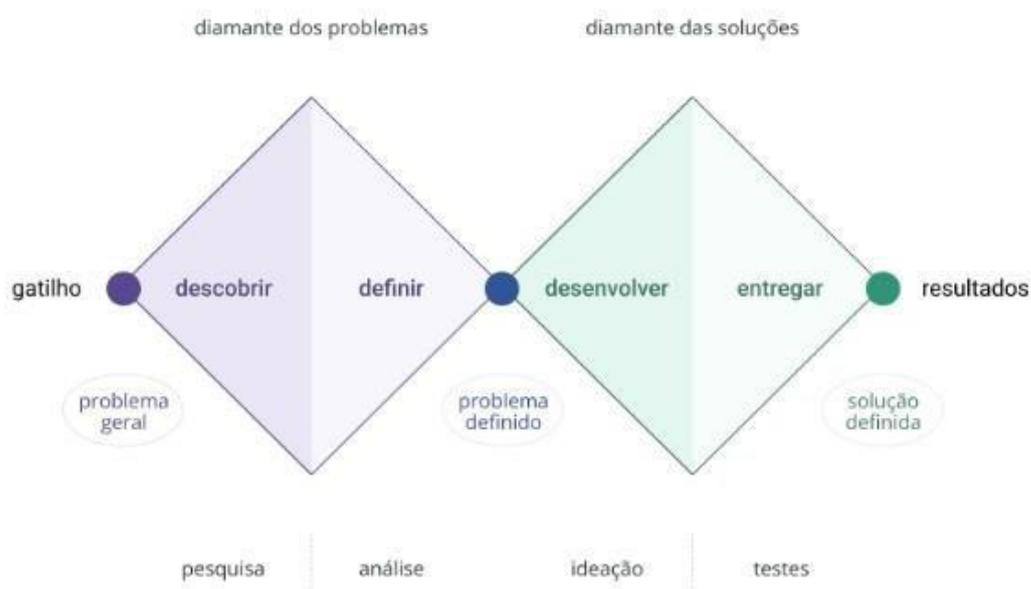
## 2 METODOLOGIA

Neste capítulo será abordado a descrição da metodologia que foi usada para o desenvolvimento de todo o projeto, tanto para compor sua referência bibliográfica quanto de Design. Fornecendo uma estrutura sistemática e organizada para a coleta, análise, ideação e testes de toda a pesquisa.

A metodologia científica adotada para a condução deste projeto fundamenta-se em natureza de pesquisa aplicada, com objetivos de caráter exploratório e de cunho bibliográfico, aliada a abordagens práticas voltadas ao Design de Joias, segundo Gil (1994). Com uma abordagem mista, tanto de pesquisa científica quanto de Design. O embasamento teórico foi construído por meio de uma revisão abrangente da literatura, incluindo conceitos fundamentais da Biomimética, Design, Joalheria e técnicas de ourivesaria.

Este relatório técnico foi estruturado com base no método do Duplo Diamante desenvolvido pela *Design Council* (2023). Sendo uma metodologia amplamente utilizada no Design para promover a abordagem estruturada e iterativa do processo criativo. Este método permite que os designers explorem amplamente um problema, considerem diferentes perspectivas e ideias, e depois concentrem-se na melhor solução para atender às necessidades dos usuários. O Duplo Diamante, na figura 1 é um modelo visual que representa as etapas do pensamento divergente (descobrir e desenvolver) e convergente (definir e entregar) no processo de Design. Ele é composto por quatro fases principais, representadas por dois diamantes interligados:

Figura 1 – Duplo diamante.



Fonte: Alura (2022, web).

1. **Descoberta:** Na primeira fase do diamante, ocorre a exploração do problema. É um momento de pesquisa, imersão e coleta de informações para compreender profundamente o contexto.

No projeto, foi utilizada a ferramenta de pesquisa desk, levantando-se todas as informações bibliográficas necessárias para compor o referencial teórico com temas relacionados à Biomimética, Design, Joalheria e técnicas de Ourivesaria.

2. **Definição:** Após a fase de descoberta, passa-se para a fase de definição, onde as informações coletadas são analisadas e sintetizadas. Nessa etapa, define-se um ponto de vista claro do problema.

Sendo assim, no projeto, busca-se identificar o público-alvo que auxiliará na fase de desenvolvimento projetual. Também se realiza uma análise sincrônica de marcas similares do mercado. Nesta fase, utiliza-se a ferramenta de mapa mental como síntese, juntamente com o método de proposta de trabalho, para chegar ao conceito de referência, dando sentido ao projeto.

3. **Desenvolvimento:** Na terceira fase, ocorre o desenvolvimento prático do projeto, iniciando-se a geração de ideias e soluções criativas. É o momento da criatividade, em que se busca explorar as possibilidades para resolver o problema identificado.

No projeto, nesta fase inicia-se o desenvolvimento da coleção de joias do projeto. Com o conceito de referência definido na fase anterior, usa-se o método de análise e parametrização do conceito estabelecido. A partir disso, define-se a conceituação da coleção e, em seguida, iniciam-se os esboços, apresentando-se todas as alternativas geradas. Por fim, utiliza-se uma ferramenta de matriz de seleção para escolher os desenhos finais.

4. **Entrega:** Na fase final, as ideias geradas na etapa de desenvolvimento são refinadas e implementadas. É um momento de convergência, em que se seleciona a melhor solução e se desenvolve um plano para executá-la e entregá-la.

Assim, nesta fase no projeto com os desenhos definidos, realizam-se testes e experimentos no laboratório de joias da universidade, utilizando-se ferramentas e técnicas específicas da ourivesaria abordadas no projeto para aplicar as texturas e formas na produção das joias. Com as peças prontas, elabora-se uma ficha técnica para cada uma delas, que é disponibilizada. Por fim, desenvolve-se um editorial fotográfico.

Sendo assim, depende de o designer perceber qual metodologia se encaixa melhor no seu projeto à medida em que ele vai sendo estruturado. Munari (2008) explica que as metodologias não são fixas e podem ser complementadas conforme haja necessidade e espaço para melhoras:

O método de projeto, para o designer, não é absoluto nem definitivo; pode ser modificado caso ele encontre outros valores objetivos que melhorem o processo. E isso tem a ver com a criatividade do projetista, que ao aplicar o método, pode descobrir algo que o melhore. (MUNARI, 2008, p.11)

Como este projeto tem-se a pretensão de desenvolver uma coleção de joias, para complementar as etapas de desenvolvimento de projeto, foi analisado e escolhido ferramentas da proposta metodológica de Sorger e Udale (2009) para melhorar o processo, e enriquecê-lo visualmente. Sorger e Udale (2009) sugerem que inicialmente seja feita uma pesquisa sobre o conceito de referência escolhido, com um apanhado de informações necessárias para que a pesquisa se inicie. Na sequência com as informações coletadas, deve-se fazer painéis visuais, sendo desmembrados nas etapas subsequentes do desenvolvimento da coleção, como público-alvo, conceito de referência e conceituação. Logo após, ele sugere que se inicie o processo de criação por meio de esboços. Segundo Sorger e Udale (2009), os esboços são importantes para se ter uma visão ampla do que está sendo criado, podendo mexer no processo para se chegar nos desenhos finais. Escolhidos os desenhos finais, são reproduzidos para desenhos mais técnicos. Por fim, são enviados para a produção.

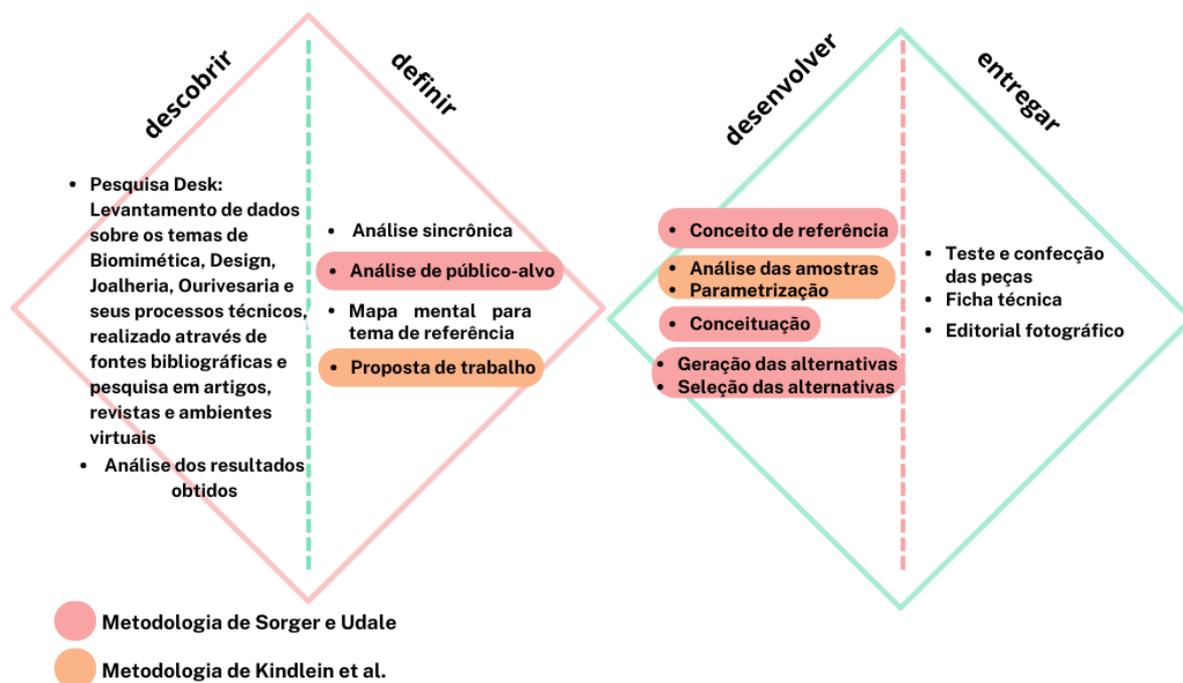
Em paralelo, também foi escolhido métodos da proposta metodológica de Kindlein et al. (2005). Marin (2016) explica que os autores desenvolveram uma metodologia específica para a Biomimética/Biônica para o desenvolvimento de produtos, com a pretensão de estabelecer uma lógica de trabalho para facilitar a compreensão das ideias e sua execução. Para este trabalho será incorporado 3 fases como técnicas no projeto. Segundo Kindlein et al. (2005), a **primeira fase** sugere a **proposta do trabalho**, em que define o tema central do projeto, nessa etapa se considera características importantes para a escolha do elemento a ser estudado utilizando-se da sua analogia estrutural, funcional e formal para a sua aplicação futura no projeto.

Com o tema escolhido, segue para a **segunda fase** em que se faz uma **análise das amostras**, com o objetivo de mapear suas características mais importantes, sendo possível observar as formas, texturas e a estrutura morfológica do tema escolhido, utiliza-se a técnica de observação, podendo ser a olho nu, observando aspectos gerais em larga escala.

Com uma lupa óptica (máquina fotográfica), possibilitando a visualização de detalhes com aumentos que possibilitam enxergar mais características da amostra. Com fotografia macro, sendo eles microscópio ou lente de aumento, possibilitando imagens definidas e aumentadas da amostra. Ou por meio de desenhos, existindo um cuidado maior do observador para detalhar e extrair da melhor forma a sua análise, A **terceira fase**, acontece a **parametrização**, a partir das imagens obtidas elas são transferidas para o computador e para que sejam editadas. Marin (2016) explica que a parametrização é a simplificação da forma para serem identificados os pontos de interesse a serem separados, para serem por fim inseridos como elementos gráficos nos desenhos.

A figura 2, apresenta as etapas da metodologia do duplo diamante, mostrando visualmente o resultado da junção das duas abordagens metodológicas utilizadas para o desenvolvimento do projeto. Com a pretensão de enriquecer visualmente e abordar os métodos já existentes da Biomimética no projeto de Design na prática.

Figura 2 – Etapas metodológicas utilizadas no desenvolvimento do projeto.



Pe

Fonte: Primária (2023).

Foi utilizada a cor laranja para sinalizar em que serão inseridas as propostas de Keindlen et al. (2005) e a cor rosa para sinalizar em que as ferramentas propostas por Sorger e Udale (2009).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

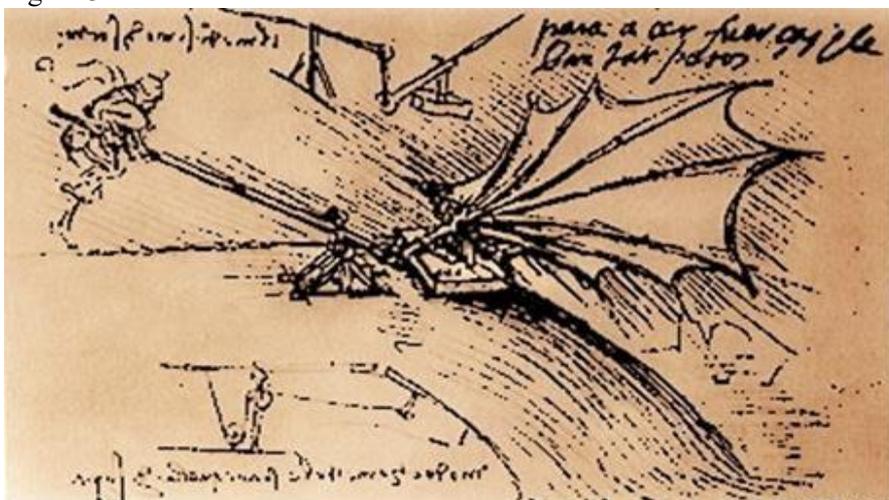
Neste capítulo será abordado uma revisão bibliográfica sobre a Biomimética e o seu impacto tanto no Design, como em outras áreas no contexto mundial e a Joalheria, com o objetivo de compilar exemplos interessantes e abordar as relevâncias sobre o tema. Também será abordado sobre os projetos de pesquisa desenvolvidos no contexto da Joalheria com a Biomimética, destacando seus principais métodos usados e a sua importância para o campo da Joalheria contemporânea.

#### 3.1. Biomimética: Da sua origem ao impacto no Design e na Sustentabilidade

A Biomimética, conhecida por muito tempo como, Biônica, sempre esteve presente ao longo da nossa história. Portanto, ao longo deste texto será possível ver os autores se referindo a ela como, Biônica ou Biomimética.

Segundo Broeck (1995), a humanidade sempre buscou na natureza encontrar soluções para seus desafios no dia a dia, seja de forma direta ou indireta. No entanto, a prática consciente ou intencional de observar os sistemas naturais para resolver problemas no campo do Design é algo mais recente. Essa abordagem está associada a períodos históricos importantes, nos quais ocorreu uma efervescência criativa. Broeck (1995) cita como exemplo o desenho na figura 3, de Leonardo da Vinci, o estudo das asas de morcego para a concepção e aplicação em um projeto de uma máquina voadora, e um reconhecimento crescente do potencial de aprendizado que a natureza oferece.

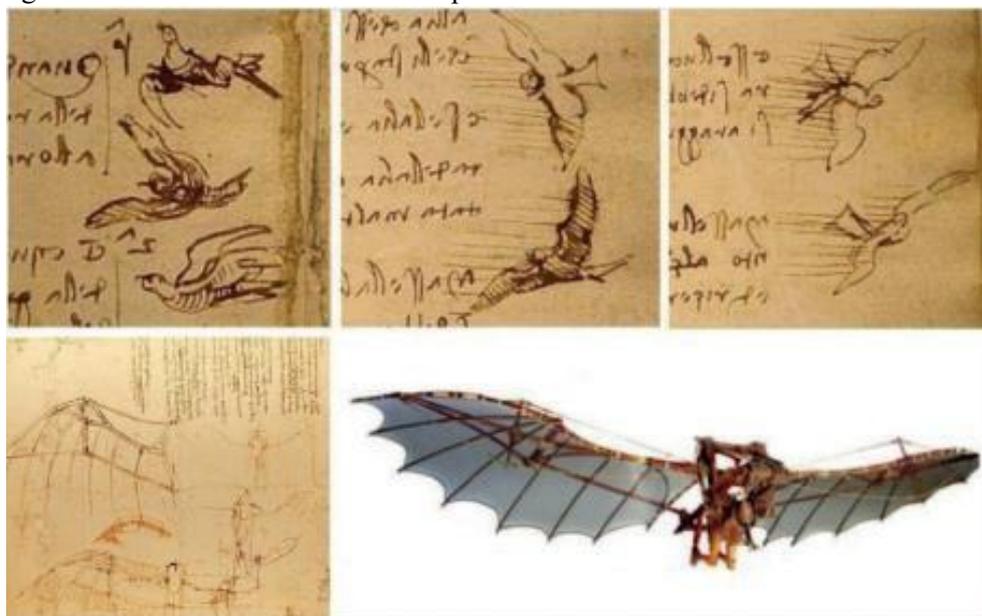
Figura 3 – Leonardo da Vinci: estudos.



Fonte: Broeck (1995).

Segundo Arruda (2018), o Ornitóptero de Leonardo da Vinci, trata-se de uma máquina com asas articuladas que se moveriam para cima e para baixo, inspiradas em aves e morcegos, projetado para conseguir voar batendo as asas, assim como os animais fazem. Leonardo da Vinci tinha uma profunda fascinação pela natureza e uma curiosidade incessante sobre como as coisas funcionavam. Hoje em dia, o Ornitóptero e outras de suas invenções ainda são objetos de pesquisa e experimentação no campo da aviação. A seguir na figura 4, outra imagem do Ornitóptero.

Figura 4 – Leonardo da Vinci – Ornitóptero.



Fonte: Arruda (2018).

No entanto, Broeck (1995) cita que foi somente a partir do século XX que a Biônica surgiu como uma disciplina formalizada com o objetivo de estudar e estruturar o uso de analogias biológicas para resolver problemas de Design. Essa abordagem se baseia na premissa de que todos os organismos vivos na Terra são o resultado de milhões de anos de evolução e que apenas as espécies que se adaptaram adequadamente às suas funções e ao ambiente puderam sobreviver por meio do processo de seleção natural.

Com base nessa premissa, a Biônica utiliza a natureza como uma fonte abundante de soluções para problemas semelhantes aos enfrentados pelo ser humano, Broeck (1995) cita alguns como: estrutura, locomoção, coordenação, emissão, transmissão e recepção de informação, como mostra a figura 5.

Figura 5 – Exemplo das soluções.



Fonte: Broeck (1995).

Broeck (1995) complementa que é importante ressaltar que, desde sua criação, a Biônica assumiu uma orientação específica e restrita, associada à cibernética, buscando desenvolver modelos eletrônicos que reproduzam os sistemas de recepção e processamento de informações, bem como os sistemas de coordenação e autorregulação presentes nos seres vivos. Nessa perspectiva, Broeck (1995) afirma que o estudo dos sentidos dos animais ganha um interesse particular, abrangendo áreas como radar, sonar e termorreceptores. A Biônica se concentra em compreender e aplicar esses princípios biológicos no desenvolvimento de tecnologias e sistemas que podem melhorar a nossa vida cotidiana e proporcionar avanços significativos em diversos campos.

No entanto, foi somente em 1997 que a autora Janine Beynus popularizou o termo "Biomimética" em seu livro "Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza". Beynus (2003). A autora cita a natureza para a Biomimética separada em três partes: a natureza como modelo, como medida e como mentora. Como seu modelo, é quando usamos a Biomimética como inspiração ou quando a observamos e imitamos os seus processos para a correção de problemas. Como medida, leva-se em conta os seus bilhões de anos de evolução, com isso ela acredita a natureza já encontrou o que realmente funciona, o que é apropriado e o que dura. E como mentora, sendo assim a Biomimética é uma das formas que podemos valorizar a natureza em nossa vida cotidiana, levando em conta tudo o que podemos aprender com ela.

Segundo Broeck (1995), a Biomimética como uma disciplina científica e de Design, busca aplicar os princípios encontrados na natureza para resolver desafios tecnológicos,

econômicos e ambientais. Benyus (2003) enfatiza que reconhece que a natureza já encontrou soluções eficientes e sustentáveis para uma infinidade de problemas ao longo de milhões de anos de evolução. A Biomimética tem se revelado uma abordagem essencial para o campo do Design, especialmente no que diz respeito à Sustentabilidade.

Arruda (2018) destaca a importância de compreender os processos naturais e as estruturas biológicas para inspirar inovações e projetos sustentáveis. Atualmente, a Biomimética desempenha um papel fundamental no Design, proporcionando soluções criativas e sustentáveis para uma ampla gama de desafios. Os designers são incentivados a estudar e compreender os princípios e estratégias encontrados na natureza, buscando inspiração em sistemas biológicos complexos, padrões de crescimento, materiais eficientes e estratégias de adaptação.

Segundo Kindlein et al. (2005), o designer tem a possibilidade de explorar novos caminhos que permitirão desenvolver produtos diferenciados, explorando a Biomimética e adaptando os seus ensinamentos para o campo do Design:

“A Biônica insere-se neste cenário como uma ferramenta alternativa para o designer, pois é uma ciência multidisciplinar que pesquisa nos sistemas naturais princípios e/ ou propriedades (estruturas, processos, funções, organizações e relações) e seus mecanismos com o objetivo de aplicá-los na criação de novos produtos ou para solucionar problemas técnicos existentes na projeção.” (Kindlein et al. 2005, p.1)

A Biomimética no Design permite a criação de produtos e sistemas que se integram harmoniosamente ao meio ambiente, maximizando a eficiência e a Sustentabilidade. Ela influencia áreas como arquitetura, engenharia, moda, energia, transporte e muito mais. Por exemplo, designers têm se inspirado na aerodinâmica das aves para desenvolver tecnologias de transporte mais eficientes e na estrutura das teias de aranha para criar materiais leves e resistentes. (BENYUS, 2003; ARRUDA, 2018; BROECK, 1995)

Dayna Baumeister, co-fundadora do *Biomimicry 3.8*, ao lado de Janine Benyus, é uma consultoria especializada em Biomimética. Baumeister enfatiza a importância de aprender com a natureza e integrar os princípios e as estratégias naturais no Design de produtos e sistemas. Ela destaca que a Biomimética não apenas visa solucionar problemas específicos, mas também promover a resiliência e a Sustentabilidade em longo prazo. Baumeister projetou em 2008 o primeiro mestrado em Biomimética, além de desenvolver outros cursos de pós-graduação. (*Biomimicry 3.8, 2022, web*)

Michael Pawlyn, autor de "*Biomimicry in Architecture*", explora a aplicação da Biomimética no campo da arquitetura, mas suas ideias também se estendem ao Design de

forma geral. Ele destaca como a natureza pode fornecer inspiração para soluções de design sustentável, como o desenvolvimento de materiais, a eficiência energética e a criação de espaços regenerativos. Ele ressalta que a Biomimética não apenas oferece soluções eficientes, mas também promove uma maior conexão com a natureza, levando a um design mais harmonioso e consciente.

A *Exploration* (2024), empresa criada por Pawlyn em 2007, líder de pensamento em design regenerativo e economia circular fornece consultorias com a proposta de mudança do design sustentável para o design regenerativo, dizendo que “o design regenerativo representa um novo paradigma que visa otimizar os impactos positivos em vez de simplesmente mitigar os negativos.”

Um dos grandes projetos de Pawlyn, foi integrar parte da equipe de design para o *Eden Project*, localizado na Cornualha, Reino Unido, como mostra a figura 6. Este projeto é uma série de biomas gigantes que abrigam diferentes ecossistemas e a inspiração para o design veio diretamente da biomimética.

Figura 6 – *Eden Project*.

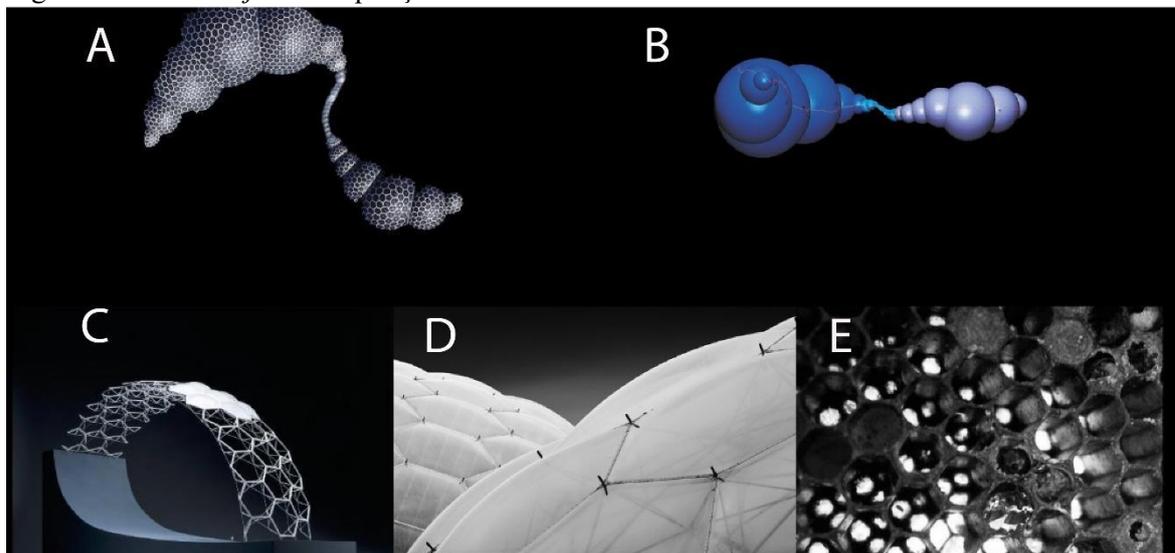


Fonte: *Eden Project* (2024).

Pawlyn explica em uma palestra no Ted (2010) que por conta do solo ser desnivelado, composto de argila e estar em constante mudança durante as escavações, as formas das bolhas de sabão foram a inspiração que os ajudaram a gerar a forma da edificação. Pois elas funcionariam independentemente do nível final do chão, como mostra na figura 7 B. Ele explica que um estudo em grãos de pólen, radiolária e moléculas de carbono os ajudaram a enxergar a solução estrutural mais eficiente com a utilização de hexágonos e pentágonos. Após isso ele precisou encontrar uma forma de maximizar o tamanho desses hexágonos,

como mostra na figura 7 A, e para isso eles tiveram que encontrar uma alternativa para o vidro, que é muito limitado em termos de suas unidades de tamanho.

Figura 7 – *Eden Project* – Inspirações.



Fonte: *TED* (2010).

Segundo Pawlyn, na natureza há muitos exemplos de estruturas eficientes baseadas em membranas pressurizadas. Então começaram a explorar esse material chamado ETFE como mostra a figura 7 D na figura anterior, que é formado por um polímero extremamente forte. E o que fizeram foi colocá-lo junto em três camadas, soldá-lo ao redor das bordas e então armá-lo. E o que ele menciona ser surpreendente sobre esse material, é que ele pode ser produzido em unidades de aproximadamente sete vezes o tamanho do vidro, sendo ela somente um por cento do peso de um vidro duplo, gerando um fator de economia de 100.

Ao encontrarem todas as soluções, entraram um ciclo positivo de que um avanço facilitava o outro. Pawlyn diz que com toda essa estrutura mais leve, foi utilizado muito menos aço, havendo uma economia na construção. Assim, com menos aço possibilitou mais luz solar dentro da edificação, como mostra na figura 8. Isso significou para eles que com mais sol, não seria preciso colocar aquecedores extras no inverno, resultando em mais uma economia.

Figura 8 – *Eden Project* – visão de dentro.



Fonte: Eden Project (2024).

O Eden Project é de fato um projeto inovador que combina arquitetura, biologia, design regenerativo, sustentabilidade e a Biomimética. Pawlyn diz que é um ótimo exemplo de como as ideias da biologia podem conduzir a aumentos radicais na eficiência dos recursos, produzindo as mesmas funções, mas com uma fração dos recursos iniciais. Tendo um mundo de possibilidades usando a natureza como ferramenta de projeto.

Santiago Calatrava, outro renomado arquiteto e engenheiro espanhol, é conhecido por suas obras arquitetônicas inovadoras, esculturais e surrealistas ao redor do mundo. Ele se tornou uma referência na arquitetura contemporânea e busca encontrar inspiração na natureza e traduzi-la para suas obras arquitetônicas, que reflete seu interesse pela Biomimética. Uma de suas criações mais emblemáticas é a estação de trem de Lyon-SaintExupéry, na França, como mostra a figura 9, foi inspirada na forma de uma planta carnívora, mais especificamente a *Nepenthes*.

Figura 9 – Estação ferroviária do aeroporto de Lyon-Saint Exupéry Airport – Calatrava.



Fonte: Calatrava (2023, *web*).

A estação de Lyon-Saint-Exupéry possui uma cobertura em formato de arco que se curva suavemente, evocando a sensação de movimento e fluidez. A inspiração na planta carnívora vai além da forma externa da estação. Calatrava também buscou replicar a funcionalidade da planta em sua obra arquitetônica. Assim como os jarros da *Nepenthes* capturam insetos, a estrutura da estação de trem abriga e protege os passageiros, oferecendo um espaço seguro e acolhedor.

Outra de suas criações emblemáticas foi o design criado para a estação de transporte do *World Trade Center Transportation Hub*, localizada em Nova Iorque, na figura 10, abaixo. Segundo Calatrava (2023), a obra chamada "Oculus", foi inspirada na imagem de uma pomba sendo libertada das mãos de uma criança, criando uma aparência escultural e impressionante no meio da cidade.

Figura 10 - *World Trade Center Transportation Hub*, Nova Iorque – Calatrava.



Fonte: Calatrava (2023, *web*).

Além da inspiração na pomba, a obra também é considerada uma homenagem à ideia de renascimento e esperança após os atentados de 11 de setembro de 2001, que destruíram as antigas Torres Gêmeas. O Oculus foi concebido como um marco arquitetônico para a reconstrução do local e um símbolo de renovação para a cidade de Nova York, como mostra a figura 11.

Figura 11 – Interior da estação do *World Trade Center Transportation Hub* – Calatrava.



Fonte: Calatrava (2023, *web*).

A distintiva e aparência futurista, suas grandes vigas projetam a entrada de luz natural que iluminam todo o interior do prédio. Calatrava (2023) menciona que o edifício é sustentado por “colunas de luz”. Essas vigas partem de dois enormes arcos que possuem no centro uma claraboia operável que se abre anualmente no dia 11 de setembro. O Oculus tornou-se uma das obras mais icônicas de Santiago Calatrava e um ponto de referência importante na paisagem urbana de Nova York. A combinação de inspiração na natureza, simbolismo e inovação arquitetônica torna o Oculus uma obra notável e significativa tanto para a cidade quanto para a carreira do renomado arquiteto.

No Brasil, Calatrava (2023) foi responsável pela criação do projeto do Museu do Amanhã, localizado no Pôr Mauá, no Rio de Janeiro, na figura 13. Fazendo parte de um dos maiores projetos de revitalização urbana do país. Chamada de Operação Urbana de Porto Maravilha, o projeto de revitalização engloba toda a revitalização, requalificação e desenvolvimento para reintegrar a área portuária ao centro da cidade.

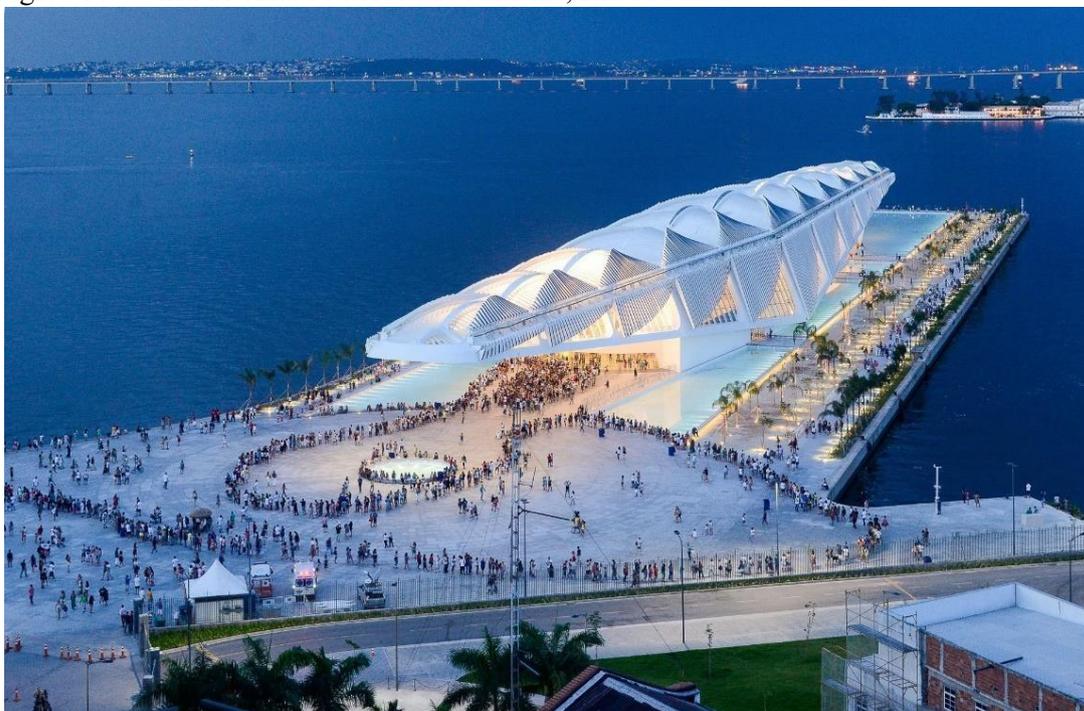
Figura 13 – Museu do Amanhã, Rio de Janeiro – Calatrava.



Fonte: Calatrava (2023, *web*).

Calatrava (2023) explica que sua obra foi inspirada nas formas e estruturas das bromélias, presentes na flora brasileira e opera com a visão da Sustentabilidade. Assim como as bromélias, a arquitetura apresenta linhas fluidas e curvas, com elementos que se entrelaçam e se estendem em diferentes direções. O Museu do Amanhã, na figura 14, utiliza tecnologia sustentável e faz uso dos recursos naturais do local. A piscina ao redor do prédio é utilizada para filtrar a água bombeada da baía. Essa água é usada para climatizar a temperatura interna do edifício. Os espelhos d'água se encontram na baía e dão a impressão do Museu estar flutuando. As asas do telhado possuem painéis fotovoltaicos, que por serem operáveis podem acompanhar a luz do sol, para gerar energia.

Figura 14 – Vista de cima do Museu do Amanhã, Rio de Janeiro – Calatrava.



Fonte: Calatrava (2023, *web*).

As obras de Santiago Calatrava, destacam-se por sua harmonia entre a forma, a função e a inspiração na natureza. Sua abordagem única e sua paixão pela criação de estruturas espetaculares resultam em obras arquitetônicas que são verdadeiras obras de arte e deixam um legado icônico na paisagem urbana.

No campo da moda, uma das mais importantes inovações a partir da Biomimética é o desenvolvimento de tecidos e materiais. A Biomimética tem sido uma fonte valiosa para pesquisadores e designers que buscam criar tecidos e materiais mais sustentáveis, eficientes e inovadores. Uma das descobertas mais usadas no campo têxtil é o velcro, um sistema de fechamento amplamente utilizado em diversas aplicações, desde calçados até roupas e

acessórios. Segundo Broeck (1995), ele foi desenvolvido pelo engenheiro suíço Georges de Mestral em 1948, e sua inspiração surgiu a partir da observação das sementes de carrapicho (*Actium Lappa*) grudadas em suas roupas e pelos de seu cachorro após uma caminhada na natureza, representada na figura 15.

Figura 15 – Velcro desenvolvido por Georges Mestral, inspirado a partir da semente de carrapicho (*Actium Lappa*).



Fonte: Broeck (1995).

Ao analisar essas sementes, Mestral notou a presença de pequenos ganchos em sua superfície, que se prendiam facilmente em tecidos e pelos. Intrigado com esse mecanismo de fixação, ele decidiu desenvolver um sistema de fechamento baseado nesse princípio. A invenção do velcro revolucionou diversos setores, trazendo praticidade e facilidade para o fechamento de produtos e objetos. Sua aplicação na indústria de vestuário, calçados e acessórios se mostrou especialmente valiosa, pois oferece uma alternativa eficiente aos tradicionais botões, zíperes e fivelas.

Além disso, o velcro como mostra na figura 16, tem sido utilizado em outras áreas, como na indústria médica, em aparelhos ortopédicos e bandagens, e em projetos espaciais, onde a fixação segura é essencial em ambientes de gravidade zero. A história do velcro é um excelente exemplo de como a observação da natureza pode inspirar inovações tecnológicas.

Figura 16 – Velcro em dias atuais.



Fonte: Pinterest (2023, *web*).

Em outros exemplos, o estudo da estrutura das penas de aves inspirou a criação de tecidos leves, resistentes e isolantes térmicos. Além disso, a observação de superfícies hidrofóbicas, como as asas de borboletas e as folhas de plantas, tem levado ao desenvolvimento de tecidos repelentes à água, evitando o uso de produtos químicos nocivos. Como mostra na figura 17, o exemplo de tecidos impermeáveis e as folhas de lótus, chamado de “efeito lótus”, foi desenvolvido através das microestruturas das superfícies impermeáveis das folhas.

Figura 17 – Comparação entre os tecidos impermeáveis e as folhas de lótus.



Fonte: *TEXTILEINDUSTRY* (2023, *web*).

Segundo a *TEXTILEINDUSTRY* (2023) e UTS (2023), outro desenvolvimento muito interessante, foi desenvolvido em 2007 pela empresa japonesa *Teijin Fiber Japan*, com a criação do tecido *Morphotex*, inspirados nas asas das borboletas *Morpho*, após a descoberta de que a cor azul cobalto não possuem pigmentação, mas de que as cores das borboletas na verdade é um resultado da reflexão da luz de um certo jeito para cada cor. *TEXTILEINDUSTRY* (2023), cita que a *Teijin* consegue reproduzir o tecido sem pigmento em 4 cores básicas a partir da alternância de 61 tipos de diferentes fibras de poliéster e nylon. Resultando numa produção com mais economia de energia e mais sustentável, como mostra a figura 18.

Figura 18 - A borboleta Morpho e tecidos produzidos com a fibra Morphotex.



Fonte: *TEXTILEINDUSTRY* (2020, *web*).

Outra importante invenção é a aplicação da biotecnologia na produção de tecidos a partir de materiais sustentáveis, como algas, microrganismos e fungos. Esses materiais podem ser cultivados em laboratório de forma mais eficiente e com menor impacto ambiental do que os recursos tradicionais. Um ótimo exemplo é a nova exploração do couro fake a partir do cogumelo, representado na figura 19, para a substituição do couro animal.

Figura 19 – Cogumelo como couro *fake*, tecido Mylo.



Fonte: *TEXTILEINDUSTRY* (2023, *web*).

Segundo o *TEXTILEINDUSTRY* (2023), o tecido Mylo foi criado pela empresa americana *Bolt Threads*. Para a criação do tecido usa-se o micélio dos cogumelos, que é uma rede composta por bilhões de pequenas células ramificadas, que formam uma estrutura de malha. O processo de produção do Mylo começa com o uso das células de micélio, o *TEXTILEINDUSTRY* (2023):

A *Bolt* usa a tecnologia para controlar a multiplicação dessas células e a medida que crescem e se multiplicam elas formam uma rede 3D interconectada que resultam nos tecidos. Após a rede de células chegar ao formato e espessura ideal, o tecido é tingido para ficar com o aspecto semelhante ao couro animal. Uma forma inovadora de se inspirar e usar a natureza a favor da sustentabilidade na moda.

Outro exemplo citado pelo *TEXTILEINDUSTRY* (2023), no ano 2000 durante os Jogos Olímpicos de Sidney a marca *Speedo*, chamado de *Fast Skin* lançou um maiô de banho inspirado na pele de tubarões para melhorar o desempenho dos atletas, na figura 20.

Figura 20 – Maiô inspirado na pele de tubarões da marca *Speedo*.



Fonte: *TEXTILEINDUSTRY* (2023, *web*).

A aplicação da Biomimética na moda não apenas resulta em produtos mais sustentáveis, mas também abre novas possibilidades criativas para os designers. A Biomimética tem sido uma importante fonte de inovação no campo da moda, permitindo o desenvolvimento de tecidos e materiais mais sustentáveis e funcionais, além de inspirar designs criativos e visionários. Essa abordagem promissora continua a moldar o futuro da

moda, tornando-a mais alinhada com os princípios de Sustentabilidade e respeito ao meio ambiente.

Um ótimo exemplo no campo do vestuário e passarelas segundo a Elle (2022), é a renomada designer de moda holandesa Iris van Herpen, como mostra a figura 21, conhecida por suas criações abstratas e vanguardistas. Apesar de não ser projetado a partir das estruturas Biomimética, uma das principais fontes de inspiração de Iris van Herpen é a natureza. Ela se encanta com as formas orgânicas, as texturas e os movimentos encontrados em elementos naturais, como as ondas do mar, a estrutura das asas de pássaros, os padrões geométricos das plantas, entre outros. Ela é especialmente conhecida por sua abordagem única de combinar arte, ciência e tecnologia em suas coleções, reproduzindo seus padrões estéticos e funcionais.

Figura 21 – Vestidos da designer Iris Van Herpen na passarela.



Fonte: IRIS VAN HERPEN (2023, *web*)

Elle (2022) cita que Iris Van Harpen explora materiais avançados, como impressão 3D, corte a laser e técnicas de modelagem digital, para criar peças que desafiam as fronteiras entre tecnologia, moda, arte e Design, elevando a alta costura a um patamar chamado *tech-couture*. Sua abordagem experimental e sua busca constante por novas técnicas e materiais a tornaram uma das designers mais inovadoras e influentes da atualidade.

Iris Van Herpen em colaboração com Neri Oxman, uma professora associada do MIT, estrearam na Semana de Moda de Paris de 201, um conjunto impresso em 3D que foram produzidas através de uma exclusiva tecnologia de impressão 3D multimaterial Object Connex, da Stratasys. Oxman (2023) explica que essa tecnologia permite que vários materiais sejam usados numa única construção, sendo excluídos as etapas de costura

necessária na confecção de uma peça de tecido, utilizando materiais mais rígidos e mais maleáveis, muito importante para a criação do movimento e reprodução das texturas da peça, como mostra na figura 22.

Figura 22 - Vestidos da designer Iris Van Herpen com Neri Oxman em 3D.

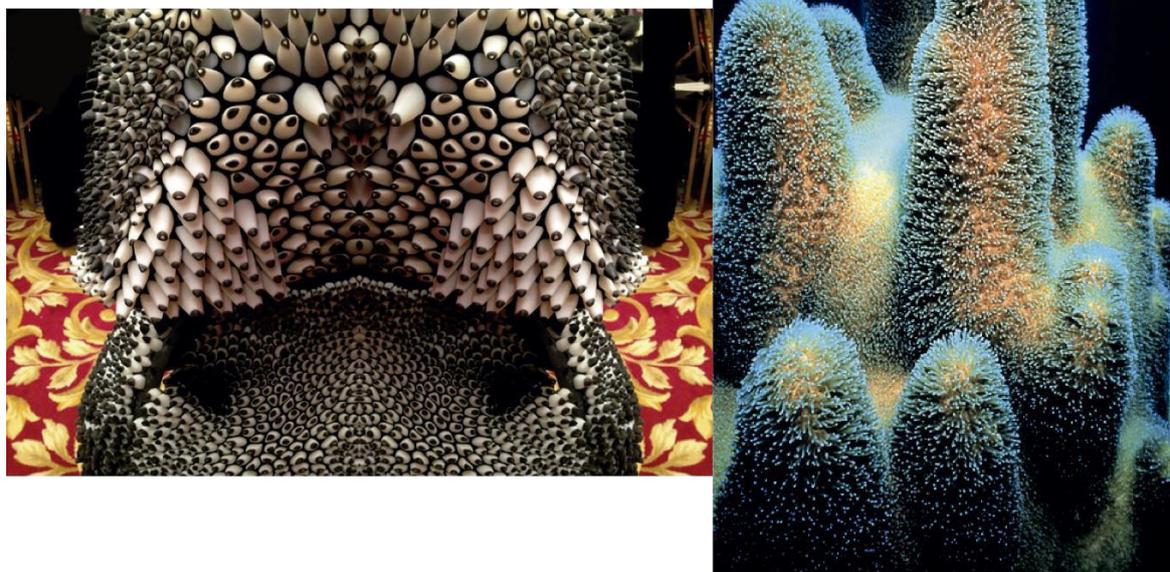


Fonte: IRIS VAN HERPEN (2023, *web*)

Oxman (2023) cita que “estilistas dizem que a peça é única do mundo da moda e representa uma nova forma de produzir roupas”. Para a confecção da produção 3D, a primeira etapa é o escaneamento do corpo, para que a roupa se encaixe perfeitamente no corpo, sem sobras e ajustes como vemos na moda tradicional utilizando tecidos. Sendo construído a partir de matérias primas que a empresa não divulga, utilizando numa mesma impressão uma combinação de materiais, diferente das impressões 3D que costumamos ver anteriormente na passarela.

O projeto foi chamado de Anthozoa por Oxman (2023), segundo o TodaBiologia (2023), “Anthozoa (do grego *anthos*, flor + *zoon*, animal) ou antozoários, é a classe do filo Cnidária que inclui os corais e anêmonas do mar”, como mostra a figura 23, do lado esquerdo temos uma foto aproximada do conjunto e ao lado direito temos um antozoário no fundo do mar.

Figura 23 – Projeto Anthozoa – Foto de perto da capa e saia, Iris Van Herpen com Neri Oxman a direita e Anthozoa ou antozoários a esquerda.



Fonte: Adaptado de Iris Van Herpen (2023, *web*); Pinterest (2023, *web*);

As criações de Iris van Herpen são verdadeiras obras de arte, combinando a estética futurista com elementos orgânicos e naturais. Sua capacidade de unir ciência, tecnologia e moda resulta em peças únicas e impactantes, que têm conquistado não apenas o mundo da moda, mas também o universo artístico e cultural. Sua abordagem pioneira continua a inspirar designers e artistas ao redor do mundo, provando que a moda pode ser muito mais do que apenas roupas, mas uma expressão criativa e visionária. (ELLE, 2022).

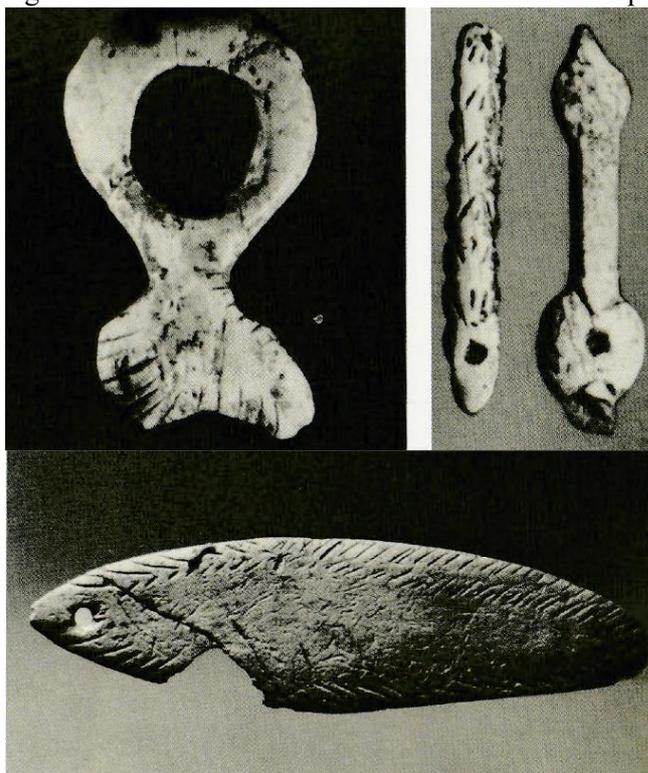
Importantes autores e pesquisadores destacam a importância da Biomimética para o Design sustentável, fornecendo uma abordagem inovadora sustentável. Ao observar e aprender com a natureza, os designers podem criar soluções mais eficientes, resilientes e em harmonia com os ecossistemas naturais.

A Biomimética oferece um caminho para o Design consciente, onde os produtos e sistemas são inspirados pelos processos e princípios que têm sido aprimorados pela natureza ao longo de bilhões de anos. Essa abordagem contribui para a construção de um futuro mais sustentável, no qual o Design se torna uma força positiva para o meio ambiente e a sociedade. A Biomimética tem se revelado uma abordagem essencial para o campo do Design, especialmente no que diz respeito à Sustentabilidade.

### 3.2 Joalheria: Da antiguidade à contemporaneidade

A história da joalheria segundo Gola (2013) e Santos (2017), remonta aos tempos pré-históricos. Os primeiros registros datam aproximadamente do período Paleolítico. Descobertas arqueológicas revelaram inúmeros materiais produzidos pelo homem, contando a história da evolução das joias antes mesmo de registros da escrita. A partir do Paleolítico médio e superior (por volta de 35.000 a.C. a 10.000 a.C.), surgiram os primeiros adornos, como pendants feitos de materiais naturais e encontrados na natureza, como conchas, dentes de animais, ossos e pedras. Essas peças eram esculpidas ou gravadas, evidenciando a habilidade dos primeiros artesãos, conforme mostra a figura 24, abaixo. Desde então, a joalheria tem desempenhado um papel crucial na expressão da identidade, na representação de status e na manifestação da criatividade humana.

Figura 24 – Ossos encontrados furados usados como pendente e esculpidos.



Fonte: Gola (2013).

Ao longo dos milênios, as joias evoluíram junto com a civilização humana. Na medida em que as comunidades se estabeleciam e desenvolviam habilidades como a agricultura e a metalurgia, as técnicas de fabricação de joias se tornaram mais sofisticadas. Ao mergulharmos na história da joia e dos acessórios, podemos destacar momentos importantes que marcaram sua evolução. Desde a Antiguidade, as joias assumiram um papel

central na expressão religiosa e simbólica, como afirma Gola (2013), ao abordar a importância dos amuletos e talismãs. Esses objetos eram considerados protetores e possuíam significados profundos para as culturas que os utilizavam.

Segundo Gola (2013), um dos marcos importantes no desenvolvimento das joias foi a partir do período Neolítico (8.000 a.C), com a utilização de materiais mais duros e o surgimento das primeiras técnicas de fundição, sendo utilizados metais como cobre e o ouro, como mostra a figura 25, sendo os primeiros metais a serem trabalhados na produção de joias, e eram moldadas por meio da fundição e da martelagem.

Figura 25 – Pepita de ouro.



Fonte: Gola (2013).

À medida que as civilizações antigas floresciam (de 3.000 a.C. a 250 a.C), como o antigo Egito como mostra a figura 26, com o n.1, a Mesopotâmia n.2, a Grécia n.3, e Roma n.4 e 5, as joias ganhavam um significado simbólico e religioso mais proeminente, representando a conexão entre o sagrado e o material. Elas eram usadas para expressar status, riqueza, poder, proteção e até mesmo para rituais funerários. Produziam joias exuberantes que adornavam tanto os vivos quanto os mortos (GOLA, 2013).

Figura 26 - N.1 - Broche egípcio com escaravelho, símbolo da vida e ressurreição. N.2 - Joia e ornamentos de uma dama da corte da rainha Shub-ab, da Mesopotâmia. N.3 - Brincos gregos de ouro à esquerda. N.4 – Anel romano com moeda cunhada com a face de Faustina. N.5 - Anel romano com cravação de gemas à direita.



Fonte: Gola (2013).

Durante o Renascimento, a joalheria representada na figura 27, era predominantemente associada à igreja e à nobreza, continuaram a ser usadas como símbolos de status e poder. No entanto, o surgimento da classe média e o desenvolvimento do comércio permitiram que uma parcela maior da população tivesse acesso a joias. Com a descoberta da lei da refração, as técnicas de lapidação foram melhoradas dando um aspecto diferente as pedras. Nessa época, técnicas de ourivesaria se aprimoraram e materiais preciosos como ouro, prata e pedras preciosas eram utilizados para criar peças opulentas que simbolizavam a posição social. (GOLA, 2013)

Figura 27 - Exemplar relicário bizantino.



Fonte: Gola (2013).

Em contraste com o Renascimento, o estilo barroco emerge, trazendo de volta os fortes ideais da Igreja Católica, governos mais autoritários e o avanço do pensamento científico e filosófico, na figura 28. Nesse período, as leis da refração foram descobertas, permitindo o aperfeiçoamento das técnicas de lapidação e polimento, o que resultou em uma nova e imponente aparência para as pedras preciosas e no uso de cristais facetados que imitavam diamantes. Esse período ficou marcado pelo uso de ouro, gemas preciosas e pela ostentação.

Figura 28 – Pendente com figura de tritão (corpo em pérola barroca), em ouro, esmalte, diamantes, rubis e pérolas – Barroco.



Fonte: Gola (2013).

Segundo Zugliani e Benutti, (2011) durante os séculos XVIII e XIX, houve avanços significativos na ourivesaria e na lapidação de gemas. Isso resultou em peças mais complexas e detalhadas, refletindo o estilo e a moda da época. Com o aumento da exploração colonial, também surgiram joias com gemas exóticas trazidas de outras partes do mundo.

No século XX, a joalheria passou por uma série de mudanças estilísticas e técnicas. Movimentos artísticos como o Art Nouveau, o Art Déco e o Modernismo trouxeram inovação e experimentação ao Design de Joias. A joalheria abraçou a estética moderna, com designs inspirados na natureza, linhas geométricas e materiais inovadores, como o uso de esmaltes e marfim, madeira e até mesmo plástico, passaram a ser usados em joalheria. (GOLA, 2013; ZUGLIANI; BENUTTI, 2011).

A joalheria contemporânea, surgida no final do século XX e XXI, como mostra a figura 29, rompeu com as convenções estabelecidas e desafiou os limites do que é considerado uma joia. Artistas joalheiros exploraram novos materiais, técnicas e conceitos, levando a joalheria para o campo da arte conceitual e da expressão pessoal. A criatividade e a experimentação tornaram-se elementos centrais na concepção de joias contemporâneas, resultando em peças ousadas, irreverentes e inovadoras. (GOLA, 2013; ZUGLIANI; BENUTTI, 2011).

Figura 29 – Anel com cabeças trocáveis, criados por Paul Derrez (Holanda, 1997) em prata e acrílico.



Fonte: Gola (2013).

Sendo assim a joalheria continuou a evoluir, a tecnologia moderna permitiu a criação de joias com precisão e detalhes sem precedentes. Hoje, a biomimética na joalheria não se limita apenas à estética, mas também às funcionalidades e processos.

Ao longo de sua história, a joalheria tem sido um meio poderoso de simbolismo cultural e manifestação artística. A ourivesaria, como técnica fundamental, continua a desempenhar um papel vital na criação de peças requintadas e duradouras. Atualmente, a joia e os acessórios têm se adaptado às mudanças sociais e estéticas. Designers

contemporâneos exploram novos materiais, técnicas e conceitos, buscando criar peças que reflitam valores sustentáveis e inovação. Além disso, a valorização do artesanato e do design autoral tem se fortalecido, proporcionando uma conexão mais profunda entre o usuário e a peça.

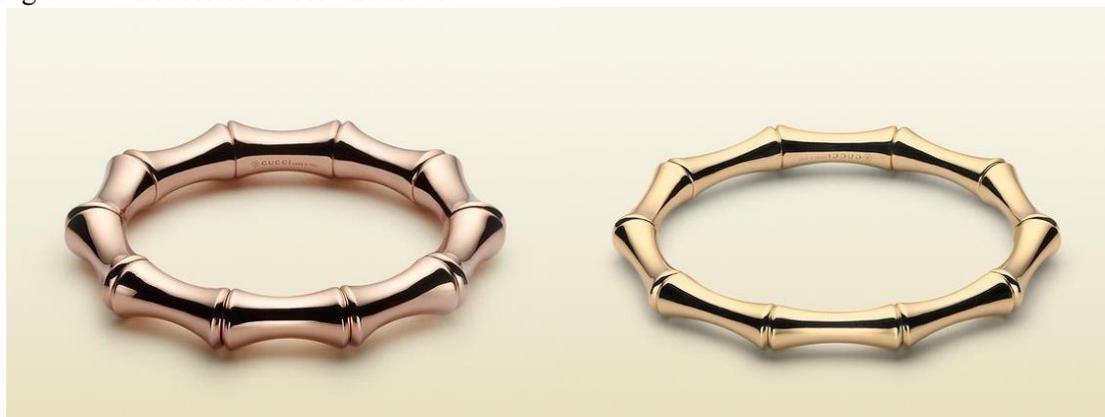
### 3.3 A Biomimética e a Joalheria.

A Biomimética tem sido amplamente explorada em diversas áreas, inclusive na área da joalheria, seja na resolução de problemas ou como uma fonte de inspiração. Ao observar e estudar os princípios e as estruturas encontradas na natureza, os designers podem aplicar essas características em suas criações, resultando em joias que são ao mesmo tempo esteticamente atraentes e funcionalmente eficientes.

Beynus (2003) citou que a Biomimética pode ser usada como modelo, servindo como inspiração e a utilizando para a solução de problemas. De acordo com Schwab (2021, p.16) “na joalheria os princípios biomiméticos em grande parte são direcionados para aspectos formais, quase que exclusivamente para fins ornamentais.” Durante essa pesquisa poucos exemplos foram encontrados de joias que tiveram de fato suas inspirações correlacionadas com a Biomimética. Por sua vez a Biomimética destacou-se mais na área de tecidos e vestuário. Foram encontrados exemplos relevantes da Biomimética com a joalheria em projetos científicos. Mas foi reunido joias com inspiração na natureza de designers de grande relevância na joalheria feminina contemporânea atual.

Designers de luxo no campo da moda como o exemplo da figura 30 a seguir, a Gucci se inspirou nas formas do bambu, trazendo o bracelete produzido em metais nobres, no ouro rosê e amarelo. Agregando um alto valor a peça.

Figura 30 - Bracelete Gucci - Bamboo.



Fonte: Pinterest (2022, web).

Ainda no mercado de luxo, a *Maison Schiaparelli*, é uma referência em design contemporâneo, como podemos ver na figura 31. Sendo ela a primeira mulher a aparecer na revista Times e tendo parceria com Salvador Dalí, trazendo as formas surrealistas e maximizadas para as suas peças.

A *Maison Schiaparelli* atualmente, sob comando de novos diretores criativos, continua a chamar a atenção, por suas criações de joias vestíveis, como bustos em metais, luvas com garras e botas com pés de metal na sola. Um exemplo de sua inspiração foi a produção de um busto de ouro projetando pulmões, e o busto de rosas gigantes.

Figura 31 - Joalheria *Schiaparelli* – joias vestíveis.



Fonte: *STEALTHELOOK* (2022, web).

A brasileira e designer de joias contemporânea, Paola Vilas é referência no mercado atual brasileiro e internacional, com a criação de peças esculturais que são verdadeiras obras de arte em miniatura e com inspirações surrealistas. Pacce (2023) diz, que as inspirações de Paola Vilas para suas criações vêm de Iris Apfel, Salvador Dalí e Elsa Schiaparelli. Utilizando metais preciosos, como ouro e prata, combinados com gemas coloridas e pérolas. A natureza desempenha um papel importante em suas criações, é possível encontrar influências botânicas e orgânicas em muitas de suas peças. Mas ela se inspira, principalmente nas formas e nas linhas encontradas no corpo feminino, tendo como centro principal das suas criações, criando joias que capturam a delicadeza e a beleza do corpo feminino de uma maneira única.

Paola Vilas também incorpora elementos da cultura brasileira em suas joias, explorando temas como a arte indígena, as formas do corpo humano e a riqueza da flora do

país. Suas peças são marcadas por uma mistura de elegância e autenticidade, combinando elementos contemporâneos com referências culturais e naturais. Além disso, a designer busca transmitir narrativas e histórias por meio de suas joias, criando uma conexão emocional com quem as usa. Cada peça é cuidadosamente elaborada, com atenção aos detalhes e à qualidade artesanal.

As joias de Paola Vilas, na figura 32, têm conquistado admiradores ao redor do mundo, sendo usadas por personalidades e aparecendo em editoriais de moda e revistas de renome. Sua abordagem original e sua habilidade em fundir arte e cultura resultam em peças que são verdadeiras declarações de estilo e expressão individual.

Figura 32 – Joias da designer Paola Vilas.

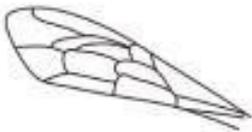
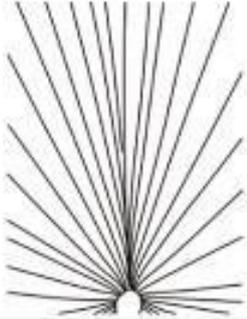
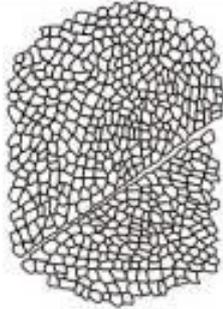
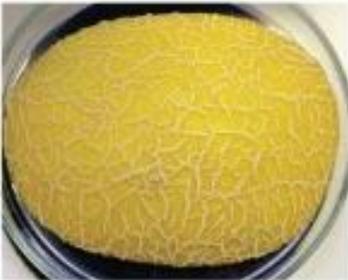
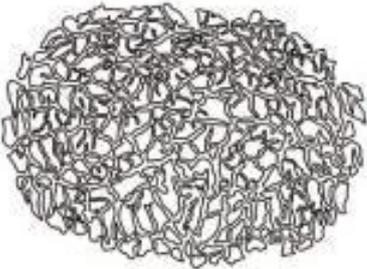


Fonte: Paola Vilas (2022, *web*).

No campo da pesquisa de projetos científicos de joalheria, um exemplo de relevância é o estudo desenvolvido pela designer Lilian Marin, que une a Biomimética e a joalheria. Segundo Marin (2016), ela utilizou metodologias de Design e metodologias específicas para a Biomimética para compor o projeto da sua coleção de joias, tendo a Biomimética como a abordagem central no processo criativo do seu projeto, buscando inspiração nas formas e nos padrões encontrados em plantas e frutas.

Em uma das etapas metodológicas do seu projeto chamada parametrização, Marin (2016) explica que consiste em uma simplificação da forma e dos detalhes, podendo ser analisados e escolhidos a olho nu. Na imagem 33, mostra como ela realizou a parametrização e seus desenhos.

Figura 33: Parametrização – Lilian Marin.

Nome do elemento	Elemento analisado	Parametrização
Abelha		
Palmeira		
Sálvia		
Melão		

Fonte: Marin (2016).

Marin (2016) utilizou na etapa de geração de alternativas o *software* 3D Rhinoceros 4.0, que permite uma maior riqueza de detalhe na confecção do protótipo da joia, como mostra a figura 35 com inspirações a partir do melão e da palmeira.

Figura 35: Geração de alternativas a partir do software 3D Rhinoceros 4.0 – Lilian Marin.

Nº	Alternativa	Descrição
01		<ul style="list-style-type: none"> <li>- textura do melão;</li> <li>- anel;</li> <li>- matéria prima latão;</li> <li>- acabamento rústico;</li> <li>- possui numerações;</li> <li>- movimento chapado.</li> </ul>
02		<ul style="list-style-type: none"> <li>- textura do melão;</li> <li>- brinco fixo;</li> <li>- matéria prima latão;</li> <li>- acabamento rústico;</li> <li>- sem uso de taraxa;</li> <li>- pino de fio;</li> <li>- possui lados;</li> <li>- movimento chapado.</li> </ul>
03		<ul style="list-style-type: none"> <li>- textura do melão;</li> <li>- pingente;</li> <li>- matéria prima latão;</li> <li>- acabamento rústico;</li> <li>- movimento chapado.</li> </ul>
04		<ul style="list-style-type: none"> <li>- textura do melão;</li> <li>- brinco com movimento;</li> <li>- matéria prima latão;</li> <li>- dois pontos de solda;</li> <li>- acabamento rústico;</li> <li>- lados iguais;</li> <li>- duas montagens;</li> <li>- movimento abaulado.</li> </ul>
05		<ul style="list-style-type: none"> <li>- textura da palmeira;</li> <li>- anel;</li> <li>- matéria prima latão;</li> <li>- acabamento rústico;</li> <li>- sem numerações;</li> <li>- movimento chapado.</li> </ul>
06		<ul style="list-style-type: none"> <li>- textura da palmeira;</li> <li>- brinco;</li> <li>- matéria prima latão;</li> <li>- acabamento rústico;</li> <li>- dois pontos de solda;</li> <li>- sem uso de taraxa;</li> <li>- possui lados;</li> <li>- movimento ondulado.</li> </ul>
07		<ul style="list-style-type: none"> <li>- textura da palmeira;</li> <li>- brinco;</li> <li>- matéria prima latão;</li> <li>- acabamento rústico;</li> <li>- dois pontos de solda;</li> <li>- sem uso de taraxa;</li> <li>- pino de fio;</li> <li>- possui lados.</li> </ul>

Fonte: Marin (2016).

Após os protótipos no *software* prontos, Marin (2016) desenvolveu seus moldes a partir da prototipagem rápida, em seguida sendo transformados em moldes de silicone para a injeção de cera, para posteriormente serem montadas em uma árvore de fundição para que

fosse possível a sua reprodução em série. Após finalizado o processo da árvore de fundição as peças seriam limpas manualmente e não necessitariam de polimento pois apresentam texturas. Como mostra na imagem 36, as peças prontas com inspiração a partir das palmeiras.

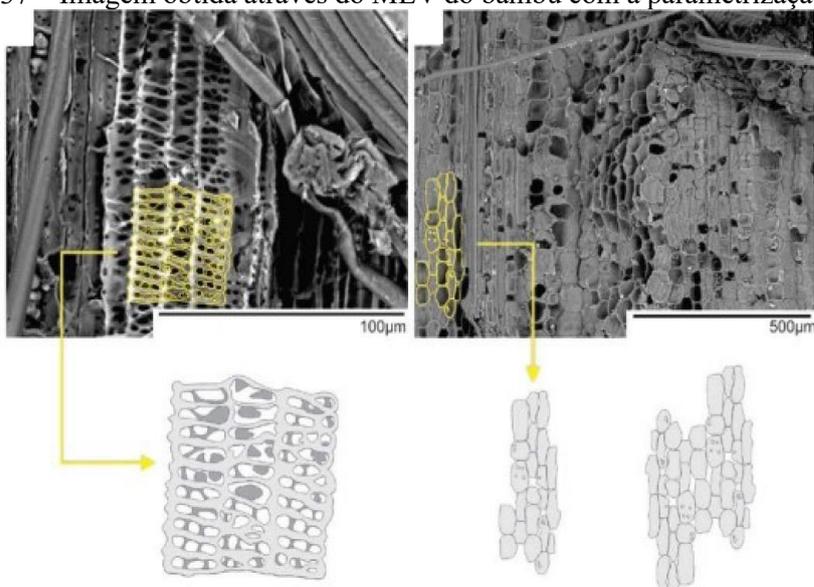
Figura 36 – Coleção por Lilian Marin.



Fonte: Marin (2016).

Outra pesquisa de relevância, é o artigo produzido por Cidade, Palomini e Kindlein Júnior (2015) que tem a Biomimética como processo criativo e sua inspiração foi a microestrutura do bambu. Na etapa de parametrização do projeto, conforme a figura 37, os autores utilizaram a microscopia eletrônica por varredura (MEV), e analisaram os tipos de padrões na imagem obtida para serem utilizadas no processo de criação do projeto.

37 – Imagem obtida através do MEV do bambu com a parametrização.



Fonte: Cidade, Palomini e Kindlein Júnior (2015).

Após o recorte das peças de prata 925, Cidade, Palomini e Kindlein Júnior (2015) citam que as duas chapas foram colocadas sobrepostas para que o efeito visual lembre a imagem das malhas sobrepostas do bambu obtida via MEV. Resultando em uma peça super criativa e diferente, utilizando uma nova abordagem podendo aumentar o campo de produção criativa, na figura 38.

Figura 38 – Produção e peça pronta a partir do bambu.



Fonte: Cidade, Palomini e Kindlein Júnior (2015).

Mais um exemplo de pesquisa científica, essa desenvolvida por Schwab (2021), tem a Biomimética aplicada para o aperfeiçoamento da técnica de árvore de fundição na Joalheria, como mostra o exemplo na figura 39. O autor esperava que com a pesquisa se alcançasse a melhoria do sistema de estruturação das árvores e na diminuição de desperdícios e energias na sua produção, a diminuição da retração por peça e a melhoria no acabamento após a peça estar sólida.

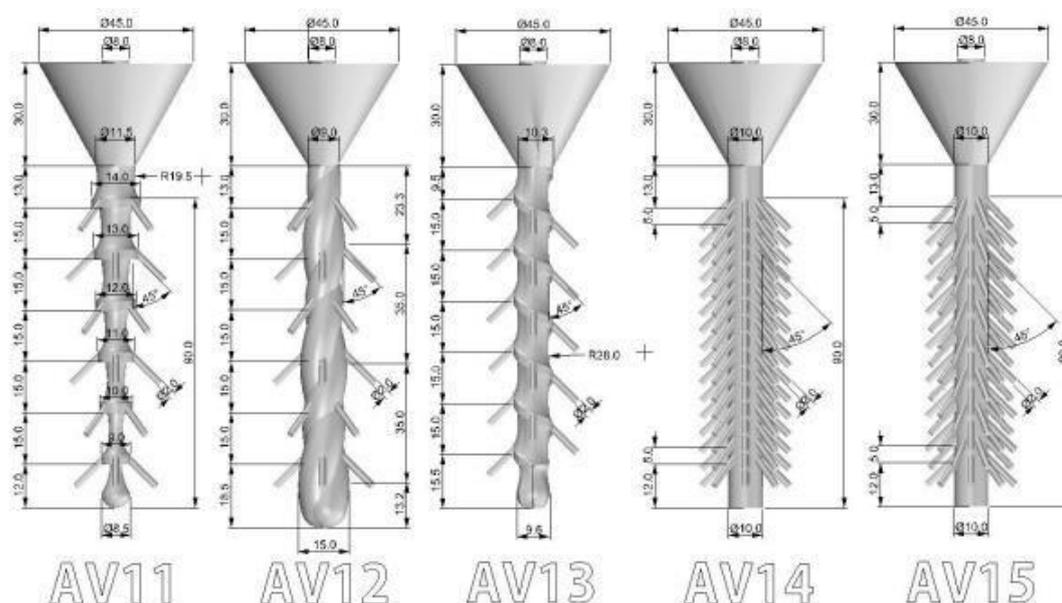
Figura 39 – Árvore de fundição, estrutura composta por diversas joias em cera, as quais servem como molde a serem preenchidos pelo metal nos processos de fundição.



Fonte: Schwab (2021) adaptado de IML (2018).

Schwab (2021) explica que a fundição de cera perdida é uma das mais utilizadas no setor joalheiro atualmente, pela possibilidade de reprodução de detalhes nas peças e pela rapidez com que podem ser produzidos variados modelos em um curto espaço de tempo. Para a sua pesquisa, Schwab (2021) uniu conceitos de Design, biologia, matemática e biomimética no redesenho que compôs a nova árvore de fundição. Trazendo a biomimética dentro do processo criativo, ele explorou a geometria fractal, a série Fibonacci, a morfologia das árvores chamada de filotaxia e incorporou os conceitos a um objeto de estudo que já existia no mercado, como mostra na figura 40.

40 – Desenho técnico das amostras virtuais modeladas no software Rhino3D®, configuração dos canais de ataque da árvore de fundição inspirado na geometria fractal, na espiral Fibonacci e na filotaxia.



Fonte: Schwab (2021).

Como resultado ele conseguiu diminuir consideravelmente erros, como rebarbas, porosidades, bolhas e cavidades superficiais, através do estudo de galhos, folhas e morfologia dos troncos, como todos são compostos em diferentes tipos de árvores. Na figura 41 são as árvores mais promissoras após a sua pesquisa.

Figura 41 – Amostras AV15, ATH e AF2 com corpos de prova laminar e corpos de prova pino de brinco fixados, prontas para fundição. À direita o pirógrafo utilizado para a montagem das estruturas, abaixo o gabarito utilizado para orientar a montagem.



Fonte: Schwab (2021).

A árvore de fundição é muito importante para o setor joalheiro e seu aperfeiçoamento é de grande importância para o mercado.

O segmento da biojoia<sup>2</sup> está em evidência nos últimos tempos. A conexão entre a biojoia e a Biomimética reside no fato de que ambas têm a natureza como fonte de inspiração. Assim como a Biomimética busca aprender com os padrões, processos e estruturas encontrados na natureza para resolver problemas de Design e engenharia, a biojoia utiliza elementos naturais, como plantas, flores, folhas, sementes e até mesmo animais, para criar peças de joalheria.

A observação e o estudo da natureza possibilitam a descoberta de maneiras inovadoras de utilizar materiais orgânicos e transformá-los em belas peças de joalheria. Por exemplo, uma flor pode servir como inspiração para um design de brinco ou um galho pode ser esculpido em um anel.

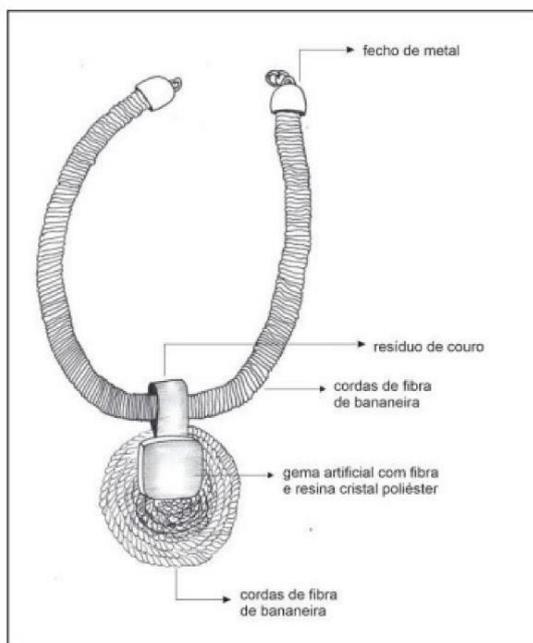
Além disso, a Biomimética também inspira a biojoia em relação aos processos de produção. A busca por métodos mais sustentáveis e ecologicamente conscientes é uma preocupação central tanto para a Biomimética quanto para a biojoia. Através do uso de técnicas e práticas de produção de baixo impacto ambiental, como o aproveitamento de resíduos naturais e a utilização de materiais reciclados, a biojoia reflete a preocupação com a preservação do meio ambiente e a valorização da natureza.

Um exemplo de relevância nesse campo, é a pesquisa desenvolvida por Hoffmeister (2019), no mestrado de Design da Univille, abordando a Biomimética com a joalheria na produção de uma coleção de biojoias a partir das fibras da bananeira com a participação das artesãs da Associação dos bananicultores de Corupá. A pesquisadora cita que o Design social entrou como base de desenvolvimento da pesquisa, buscando a valorização dos saberes locais e como forma de capacitação das artesãs, utilizando a sua própria matéria prima, como mostra a figura 42.

---

<sup>2</sup> A biojoia é uma joia que se baseia na natureza e nos elementos naturais para a criação de peças únicas e sustentáveis. Essa abordagem combina a estética e a beleza das joias com a preocupação ambiental e a busca por soluções mais conscientes.

Figura 42 – Colar medalhão à direita e a sua ficha técnica à esquerda - Cristiane Hoffmeister.



COLAR MEDALHÃO

Fonte: Cristiane Hoffmeister (2019).

Com o decorrer da sua pesquisa foi desenvolvido alguns workshops e oficinas quinzenais, com o intuito de capacitação das artesãs. A autora buscou compartilhar seu conhecimento como designer, de como o estudo e desenvolvimento de projeto pode transformar em valor agregado, e na criação de um novo negócio. (HOFFMEISTER, 2019).

Hoffmeister (2019) cita como buscou em suas criações a utilização de fios de bananeira, buscando unir os elementos naturais à prata para criar joias que refletem a harmonia entre a natureza e o Design, agregando valor à peça com o uso de metais nobres. Para a realização da coleção final, ela utilizou as técnicas de ourivesaria, resina, tranças e cordas com fibra de bananeira tingidos de forma natural, como mostra a figura 43.

Figura 43 – Anel e bracelete à esquerda. Anel Renda à direita - Cristiane Hoffmeister.



Fonte: Cristiane Hoffmeister (2019).

Esses projetos são alguns exemplos da aplicação da Biomimética na joalheria, mas eles destacam como essa abordagem criativa pode resultar em peças únicas e inspiradoras. Ao olhar para a natureza como fonte de inspiração, os designers de joias podem criar obras que não apenas encantam visualmente, mas também refletem a complexidade e a beleza dos seres vivos. A Biomimética oferece um vasto campo de possibilidades criativas na joalheria, estimulando a inovação e a Sustentabilidade na indústria.

### 3.4 A ourivesaria e seus processos técnicos

Segundo Santos (2017), durante o processo de ourivesaria, as joias são criadas diretamente na bancada por meio da manipulação de metais e suas ligas. Metais nobres, como ouro, prata e latão, são comumente utilizados nesse processo. Os processos da ourivesaria incluem uma série de etapas essenciais para a criação de joias:

a) **Fundir e recozer:** Processo que envolve o aquecimento dos metais até atingirem o ponto de fusão, passando do estado sólido para o líquido. O metal derretido é então moldado em barras e resfriado em água para solidificar. O recozimento é realizado para tornar o metal maleável novamente, facilitando sua manipulação.

b) **Laminar:** Após o recozimento, o metal é laminado para formar chapas usando laminadoras, que podem ser manuais ou elétricas. As chapas são então cortadas em fios de diversas espessuras.

c) **Trefilar:** Os fios de metal são passados por uma fieira, que consiste em uma barra com orifícios de tamanhos decrescentes, para afinar e arredondar o metal.

d) **Serrar:** O metal é cortado utilizando um arco de serra e uma serra posicionada adequadamente. Esse processo é essencial para criar desenhos vazados e cortar o metal conforme necessário.

e) **Limar:** Limas são utilizadas para esculpir o metal, remover excessos e dar acabamento às peças, deixando suas superfícies planas e uniformes.

f) **Modelar:** Diferentes técnicas de modelagem são empregadas para criar formas desejadas, como anéis, pulseiras e elos. Ferramentas específicas, como martelos e alicates, são utilizadas nesse processo.

g) **Soldar:** Os metais são unidos utilizando um metal com ponto de fusão inferior ao das peças. Um maçarico é utilizado para aquecer os metais até que se fundam e se tornem uma única peça.

h) Lixar: Lixas de diferentes espessuras são utilizadas para remover marcas e manchas das peças, garantindo um acabamento suave. As lixas são enroladas em um suporte chamado mandril e acionadas por um motor elétrico.

i) Polir: Após o lixamento, as peças são polidas utilizando uma politriz e uma pasta de polimento. Ou em uma máquina chamada rola-rola, fazendo o processo de polimento sozinha. O processo de polimento visa reavivar a cor das peças e proporcionar-lhes brilho.

A prata mais comumente utilizada na ourivesaria é a liga da prata 950, composta por 95% de prata pura e 5% de cobre. A utilização da prata 950 é a mais indicada pela sua durabilidade e fácil acesso.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO PRÁTICA

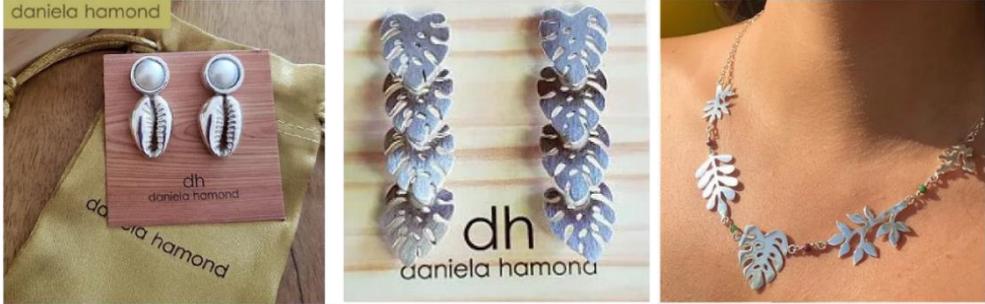
Nesse capítulo serão abordados os aspectos mercadológicos e técnicos sobre a joalheria. Sendo feita uma análise sincrônica com lojas que produzem joias similares no mercado hoje, pontuando seus pontos fortes e fracos. Também foi feita uma análise de público-alvo como proposto por Sorger e Urdale (2009), através de uma pesquisa sobre megatendências atuais no WGSN, sendo ela uma plataforma referência de pesquisas de tendências de moda, estilo e consumo, para identificar o estilo de vida desse público.

### 4.1 Análise sincrônica

A análise sincrônica foi usada para comparar os produtos que estão sendo desenvolvidos, com produtos similares já existentes no mercado, ou seja, possíveis concorrentes. Como critério de escolha das marcas, foi pensado em peças com o processo criativo de inspiração na natureza e marcas que prezem pela reutilização de materiais, que estão nesse segmento de joalheria mais consciente, similares a proposta desse projeto. Para essa análise, utilizou-se peças de três marcas nacionais: Daniela Hamond, Luísa Rosas e Detuá, buscando analisar seus aspectos qualitativos e quantitativos, como o processo de fabricação, materiais, em que estilo se encaixam e seus pontos fortes e fracos. As informações foram retiradas de seus próprios sites para compor a análise.

A marca Daniela Hamond (2023, *web*) no quadro 1, é uma joalheira autoral. Hamond utiliza a técnica de ourivesaria e algumas técnicas mais atuais para produzir as peças. Ela reproduz suas peças no ouro, prata e latão, também utilizando alguns cristais. Como um ponto forte, ela traz uma joia mais feita a mão, com produção lenta, com algumas peças mais elaboradas ou produzidas em ouro. Ela se inspira na natureza e na fé, buscando transparecer nas suas peças, as formas, texturas e movimentos que existem na natureza, para passar mensagens de autoestima, força e delicadeza em quem as usa. O seu ponto fraco é que são poucas opções disponíveis.

Quadro 1 – Marca Daniela Hamond.



MODELO	BRINCO BÚZIOS COM PÉROLA	BRINCO COSTELA DE ADÃO MÉDIO	GARGANTILHA AMAZÔNIA
ESTILO	FASHION	FASHION	VANGUARDA
MATERIAL	PRATA 925 COM PÉROLA	4 FOLHAS MÉDIAS EM PRATA 925	5 FOLHAS EM PRATA 925
PROCESSO DE FABRICAÇÃO	COM MOLDE DE CERA E ACABAMENTO À MÃO	PRODUZIDO À MÃO	PRODUZIDO À MÃO

Fonte: Adaptado de Daniela Hamond (2023, *web*).

A marca Detuá (2023, *web*), como mostra no quadro 2, foi criada pela designer Letícia Cimaglio, que vem de uma terceira geração de joalheiros, em sua criação buscou ressignificar a relação da alta joalheria com a natureza. Trazendo uma marca, na indústria de joias mais transparente, sustentável e inclusiva. Para isso mergulhou em um design autoral, com inspirações na natureza brasileira e com a matéria prima de origem ética e sustentável. Como ponto positivo, a Detuá produz com ouro 18k reciclado e com diamantes de laboratório, sendo uma marca movida pela sustentabilidade, buscando contribuir com a diminuição os impactos negativos gerados pela mineração do ouro. A Detuá também tem uma proposta de reproduzir joias novas a partir de ouro que você tenha em casa. Não tendo um ponto negativo.

Quadro 2 – Marca Detuá.



MODELO	BRINCO SEMENTE	BRINCO VITÓRIA	ANEL MITA
ESTILO	FASHION	VANGUARDA	VANGUARDA
MATERIAL	EM OURO AMARELO 18K DE UPCYCLING	EM OURO AMARELO DE 18K DE UPCYCLING E DIAMANTES LAB GROWN	EM OURO AMARELO DE 18K DE UPCYCLING E DIAMANTES LAB GROWN
PROCESSO DE FABRICAÇÃO	COM MOLDE DE CERA E ACABAMENTO À MÃO	COM MOLDE DE CERA E ACABAMENTO À MÃO	COM MOLDE DE CERA E ACABAMENTO À MÃO

Fonte: Adaptado de Detuá (2023, *web*).

A marca da arquiteta e joalheira, Livia Monteiro (2023, *web*) que leva seu nome, é marcada por suas inspirações na natureza e nas edificações que viu em suas viagens pelo mundo, representada no quadro 3. Ela busca retratar de forma bem criativa a joalheria artesanal, utilizando além da ourivesaria, a técnica de *software* Rhinoceros 4.0 para criar joias mais minuciosas e detalhadas, com acabamentos manuais. Como um ponto positivo muitas de suas peças também são produzidas à mão, com produção lenta. Sua última coleção foi inspirada nos cogumelos. Não tendo um ponto negativo.

Quadro 3 – Livia Monteiro.



MODELO	BRINCO MYCELIUM	KIT PERFUMEIRO MUSHROOM	CHOKER MUSHROOM
ESTILO	BÁSICO	VANGUARDA	FASHION
MATERIAL	EM PRATA 925 COM BANHO DE OURO 18K OU RÓDIO	EM PRATA 950 COM BANHO DE OURO 18K OU RÓDIO (PRATA) E PEDRAS	PRATA 950 COM BANHO DE OURO 18K
PROCESSO DE FABRICAÇÃO	COM MOLDE DE CERA E ACABAMENTO À MÃO	PRODUZIDO À MÃO	COM MOLDE DE CERA E ACABAMENTO À MÃO

Fonte: Adaptado de Livia Monteiro (2023, *web*).

As três marcas analisadas possuem apenas um conceito de inspiração através na natureza, porém não foi encontrado no mercado joias desenvolvidas através do estudo das estruturas da biomimética além dos projetos desenvolvidos academicamente, apresentados anteriormente. Apesar disso, as três são marcas que prezam pela sustentabilidade, redução de resíduos e são atemporais. Todas produzidas em prata ou ouro, pensadas na durabilidade e longevidade das peças.

Conclui-se após essa análise e o levantamento de informações, a marca Detuá é a que mais se aproxima, tendo uma proposta de reutilização de materiais no desenvolvimento das suas peças, buscando produzir com uma matéria prima mais ética e com foco na sustentabilidade. Tendo a visão de pensar em reduzir os impactos produzidos pela extração dos minerais promovendo uma joalheria mais justa e consciente, como foi escolhido um dos objetivos deste projeto.

## 4.2 Análise de público-alvo

A análise de público-alvo segundo Sorger e Udale (2009), é importante para direcionar o projeto. Trataremos também sobre o lifestyle desse público, baseado em uma pesquisa de megatendência da WGSN (2024).

Sendo uma etapa essencial no desenvolvimento de qualquer projeto de moda, pois permite que os designers compreendam as necessidades, referências e características do grupo de pessoas para o qual estão criando suas peças. Essa técnica é importante por diversos motivos. Em primeiro lugar, a análise do público-alvo ajuda os designers a identificarem as tendências e demandas do mercado, permitindo que criem coleções que estejam alinhadas com as expectativas dos consumidores

Além disso, conhecer o público-alvo permite criações de acordo com as preferências e estilos de vida específicos desse grupo de pessoas.

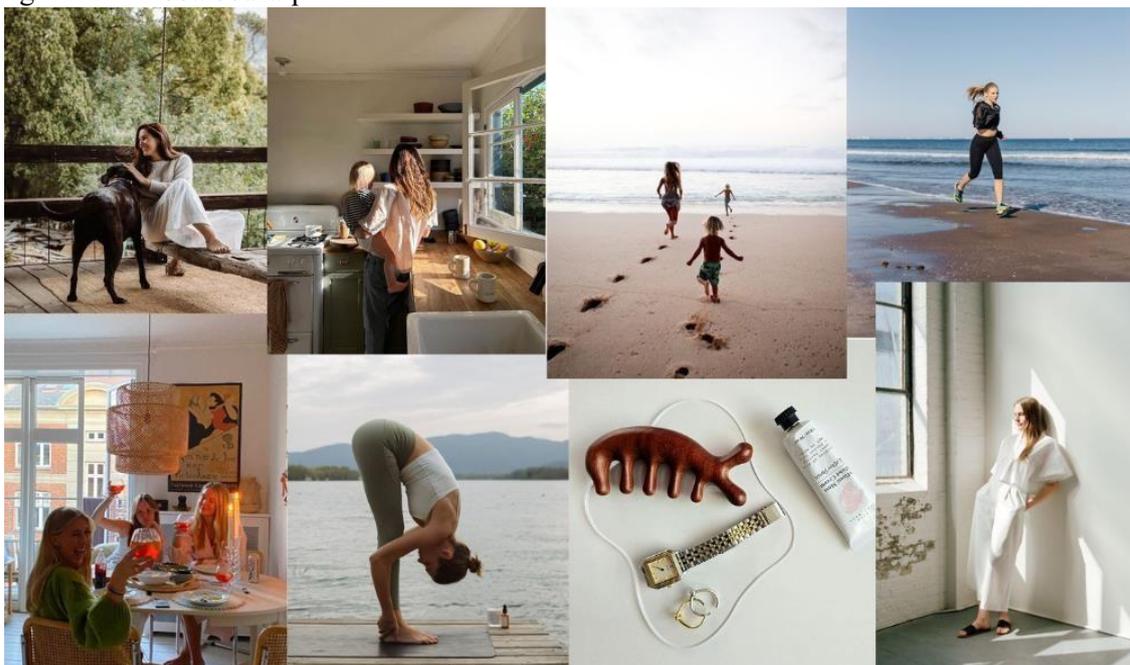
A coleção de joias desenvolvida e descrita nesse relatório técnico é direcionada a mulheres na faixa etária de 20 a 40 anos que possuem uma apreciação profunda pelo **design** e um estilo de vida alinhado com os princípios do *Slow Living* e *Slow Fashion*<sup>3</sup>. Foi escolhido esse perfil pois são mulheres independentes, que lhes permite investir em produtos de qualidade e duradouros. Esse público-alvo está sempre antenado nas notícias e consumindo informações de qualidade, tornando-se conscientes e responsáveis em relação ao consumo. Essas características fazem dessa faixa etária um público ideal para uma coleção de joias que valoriza o design, a sustentabilidade e o bem-estar, garantindo que as peças sejam apreciadas e valorizadas por seu público.

Este público-alvo, como mostra na figura 44, é composto por mulheres que não apenas valorizam a estética e a funcionalidade dos produtos que consomem, mas também estão comprometidas com um **consumo consciente e sustentável**.

---

<sup>3</sup> Na contramão do *fast fashion*, um sistema de produção em massa que prioriza quantidade e custos menores com mão de obra e matéria-prima, o *slow fashion* procura valorizar cada etapa do processo de produção, desde os insumos até a venda, e oferecer produtos com mais duráveis confeccionados por meio de processos sustentáveis e ecologicamente corretos.

Figura 44 – *Mood board* persona.



Fonte: Primária (2023); Pinterest (2024, *web*).

Essas mulheres praticam yoga e outros exercícios físicos regularmente, buscando manter um equilíbrio saudável entre corpo e mente. Elas têm uma forte **conexão com a natureza** e priorizam o **bem-estar**, tanto pessoal quanto familiar. Cuidar da saúde é uma prioridade constante, refletida em suas escolhas diárias, desde a alimentação até os produtos que consomem diariamente. Também escolhem e valorizam cuidar da pele, com produtos de procedência *vegan* e não testados em animais.

O conceito de *Slow Living*, é central para essas mulheres, que preferem um ritmo de vida mais calmo e consciente. Elas apreciam momentos de introspecção e conexão com o meio ambiente. No contexto da moda, essas consumidoras optam pelo *Slow Fashion*, escolhendo peças que são **duráveis**, **atemporais**, de alta qualidade, e que respeitam os **processos éticos e sustentáveis de produção**. Como mostra na figura 45, na página a seguir.

Figura 45 – Mood board lifestyle.



Fonte: Primária (2023); Pinterest (2008, web).

Além disso, estas mulheres priorizam o Design, valorizando produtos que combinam funcionalidade com estética. Elas preferem peças únicas e atemporais que expressem sua individualidade e estilo pessoal, alinhados com o consumo consciente.

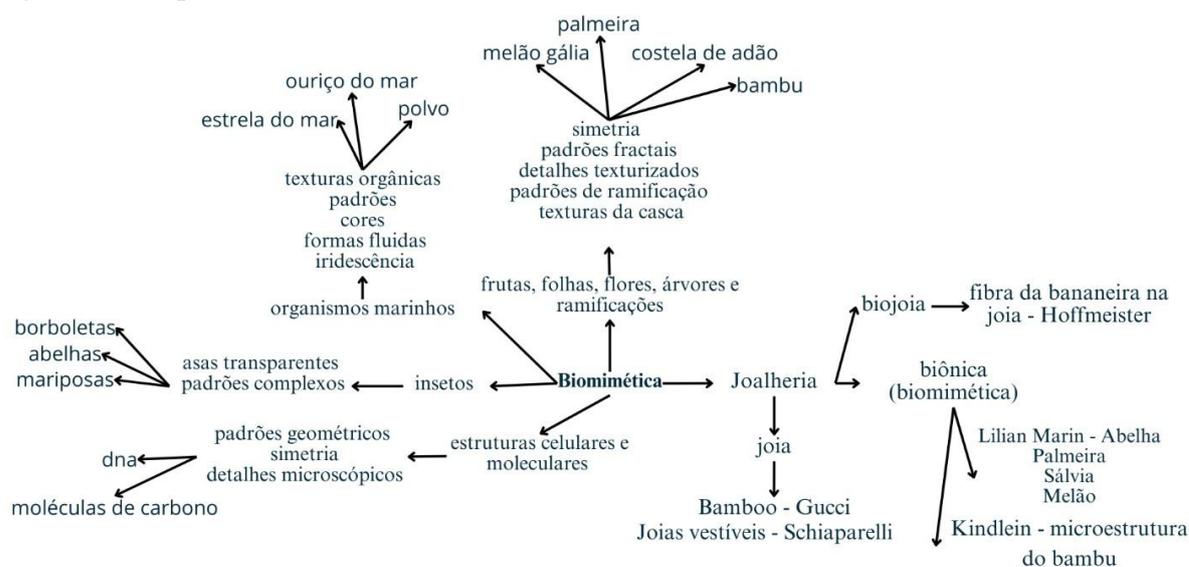
## 5 DESENVOLVIMENTO PROJETUAL

Neste capítulo serão abordadas as etapas metodológicas propostas por Keindlen et al. (2005) específicas para a biomimética, a definição, análise e seleção de pontos de interesse a serem separados do objeto de estudo escolhido. A partir da proposta metodológica de Sorger e Udale (2009), os painéis visuais e esboços propostos vêm para complementar a pesquisa e enriquecer visualmente. Baseando-se nessas informações, foram geradas alternativas, que posteriormente foram colocados numa matriz de seleção para que sejam escolhidas as joias finais, além de analisar os aspectos da Ourivesaria e suas principais técnicas de produção utilizada por Santos (2017), que serão utilizadas na fase de produção da coleção final. Também contém as fichas técnicas e editorial de moda.

### 5.1 Mapa mental e proposta de trabalho

Foi utilizada a ferramenta de mapa mental, como mostra a figura 46, para a organização das ideias por meio de palavras-chave, servindo como uma ferramenta de síntese e criatividade, nesse projeto será usada para chegar a um conceito de referência, que dará o norte ao desenvolvimento projetual. O mapa mental tem com a ideia central sendo a biomimética, ao centro, se desdobrando à medida que as ideias foram surgindo.

Figura 46 – Mapa mental.



Fonte: Primária (2023).

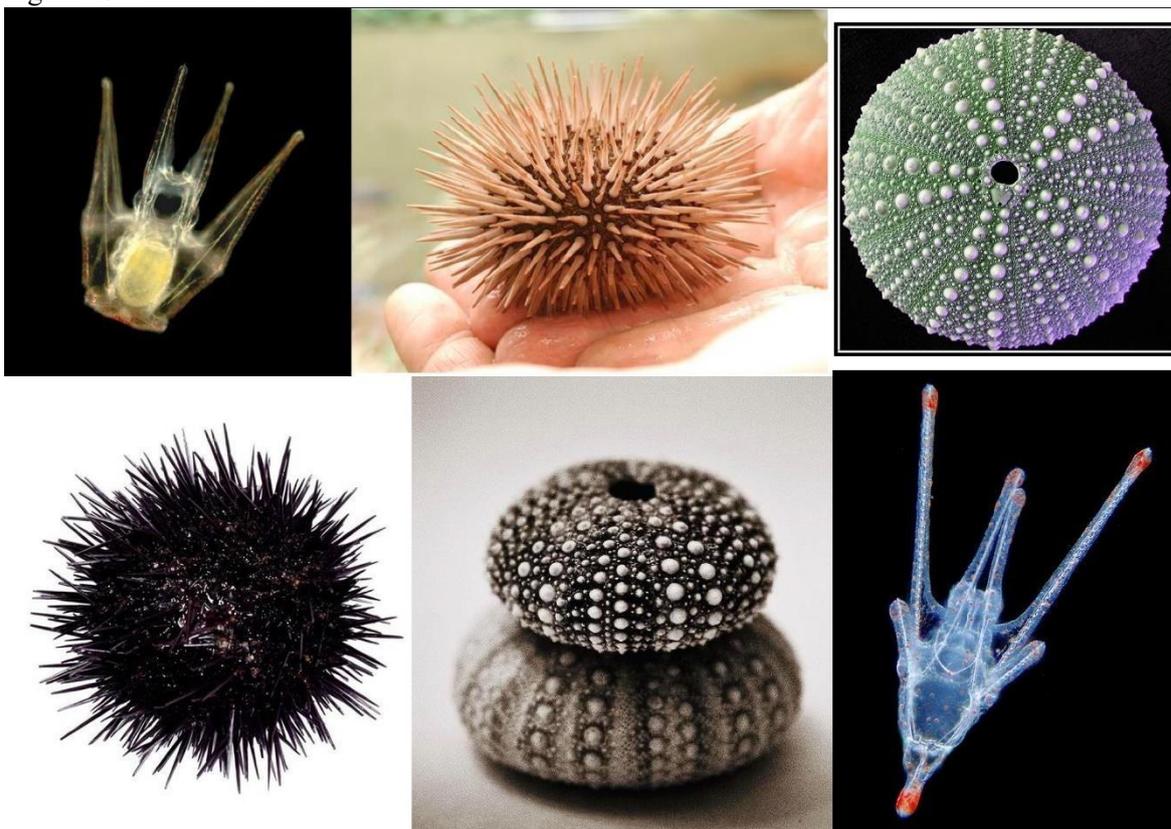
Em paralelo ao mapa-mental, temos a primeira fase de Kindlein et al. (2005) específica para a biomimética chamada de proposta de trabalho, que no desenvolvimento desse projeto elas terão o mesmo objetivo, definir seu o tema central. A partir da análise do mapa-mental foi observado que nos animais marinhos aparecem características como diferentes texturas, padrões, formas fluídas, cores e morfologia, se alinhando à uma proposta interessante para serem trabalhados durante a pesquisa e serem possíveis de incorporar elementos de design no desenvolvimento do projeto.

Logo, como resultado do mapa mental e da proposta de trabalho, foi escolhido o animal marinho ouriço-do mar, que através do desenvolvimento deste projeto será possível ver a investigação de sua estrutura morfológica, texturas, formas e padrões presentes nele que podem ser traduzidas em elementos de design, e posteriormente aplicadas no seu processo de criação. O ouriço com toda a sua estrutura também transmite a ideia de resistência e durabilidade, levando a inspiração da criação de joias duráveis. A biomimética também pode ser usada para projetar peças que compartilham a resistência e durabilidade observadas na natureza, ambos contribuindo para ideia de longevidade das joias.

## 5.2 O Ouriço-do-mar como conceito de referência

O ouriço-do-mar, segundo Ruppert e Barnes (1996), é um animal marinho pertencente à classe *echinoidea* que significa “parecido com um ouriço”, referindo-se aos espinhos móveis que cobrem o corpo desses animais. São encontrados habitando principalmente nas áreas de fundo rochoso, recifes de corais e até mesmo em águas mais profundas, como mostra a figura 47. Ruppert e Barnes (1996) citam que, a morfologia do ouriço-do-mar é caracterizada por um corpo esférico ou oval, possuindo uma simetria radialmente simétrica e coberto por espinhos móveis relativamente compridos. Podendo ser encontrados em diversas cores, como vermelho, marrom, roxo, rosa claro, verde e até multicoloridos, sendo o preto ainda o mais comum.

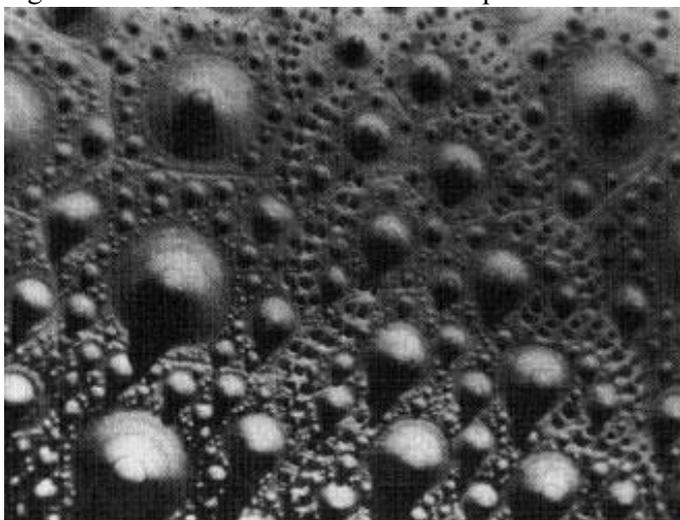
Figura 47 – Painel de conceito de referência.



Fonte: Primária (2023); Pinterest (2008, *web*) Cifonauta (2024).

Seguindo ainda com Ruppert e Barnes (1996), eles citam que os espinhos possuem um encaixe côncavo na base sobre uma ligação chamada tubérculos na concha, como pode ser visto na figura 48. Essa concha esquelética é composta por placas calcárias articuladas, que se sobrepõem formando uma estrutura rígida que protege o corpo do animal. Esses espinhos podem variar em forma, tamanho e coloração de acordo com a espécie.

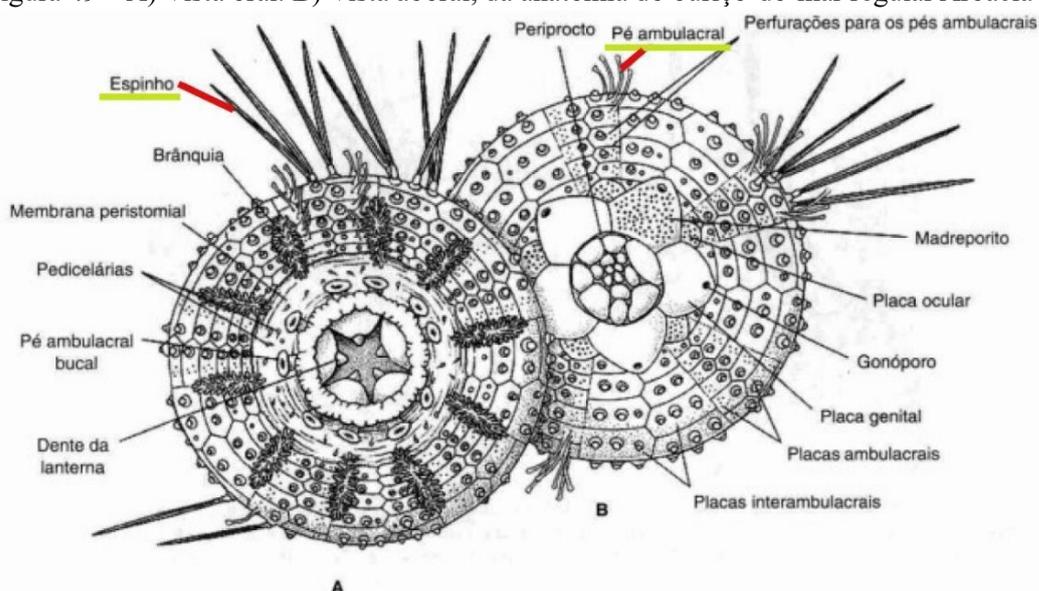
Figura 48 – Tubérculos onde ficam os espinhos.



Fonte: Ruppert e Barnes (1996).

Os ouriços também possuem a capacidade de locomoção, utilizando os espinhos e os chamados pés ambulacrais para fazer o movimento, mesmo se por exemplo uma onda o virar de cabeça para baixo, ele consegue o impulso para se virar de volta, como pode ser visto na figura 49 B, grifado em amarelo.

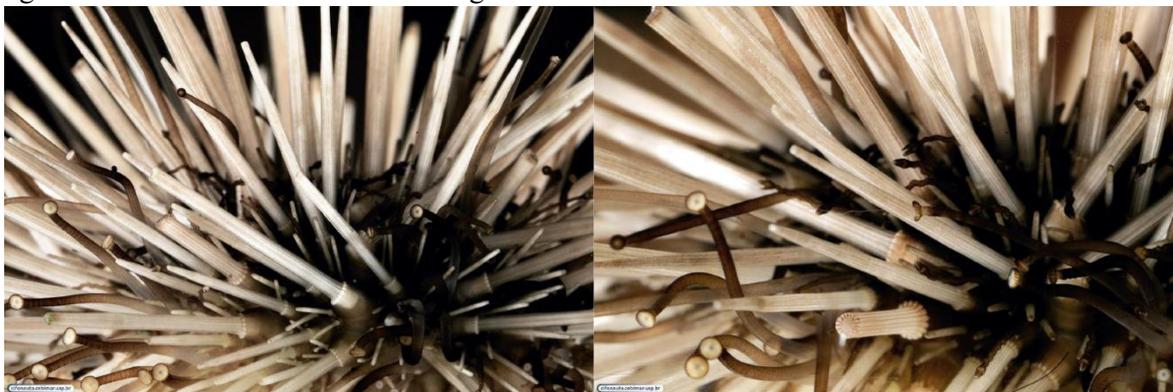
Figura 49 – A) Vista oral. B) Vista aboral, da anatomia do ouriço-do-mar regular *Arbacia Punctulata*.



Fonte: Ruppert e Barnes (1996).

Esses pés ambulacrais são revestidos por ventosas, que auxiliam o ouriço a se mover sobre superfícies rochosa ou na captura de presas, como algas, detritos e pequenos organismos, como mostra na figura 50, com uma visão mais aproximada.

Figura 50: Pés ambulacrais – Macrofotografia.



Fonte: Primária (2023); Cifonauta (2023).

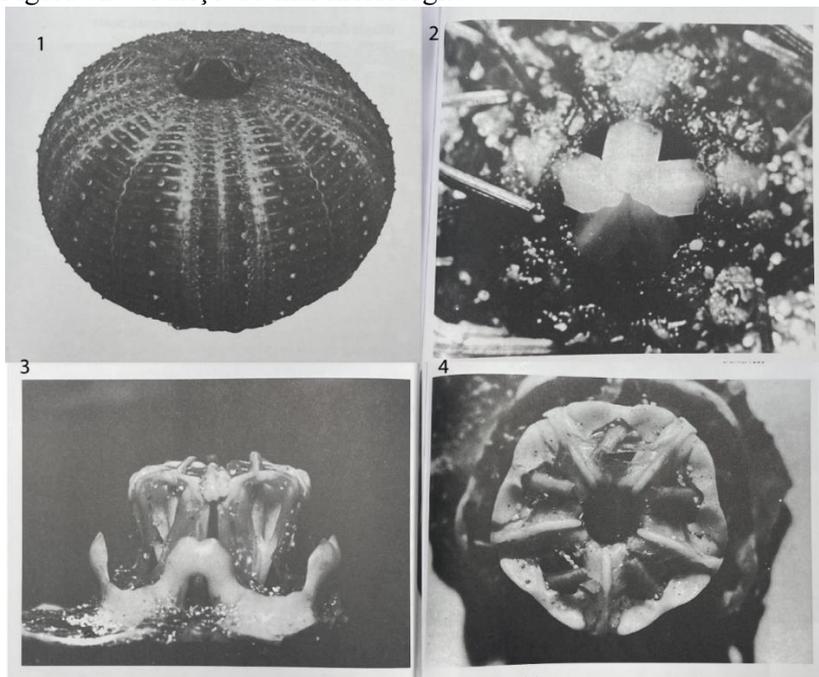
Uma curiosidade sobre o ouriço-do-mar é a sua capacidade de se defender de predadores e se proteger no seu ambiente. Quando se sentem ameaçados, eles podem se enrolar sobre si mesmos, escondendo-se entre seus espinhos e expondo apenas seus espinhos

rígidos. Além disso, alguns ouriços-do-mar têm espinhos venenosos, sendo os venenos mais fortes nos tipos de água profunda.

Segundo Munari (2008), no n.1 da figura 51, sobre a morfologia do ouriço, na imagem é possível ver duas das cinco juntas que comandam a estrutura muscular que faz mover as maxilas e os seus dentes. Esse aparelho bucal é chamado de lanterna-de-Aristóteles, sendo ele uma estrutura constituída por pedaços de calcário articulado, com a função de uma maxila. No n2, mostra os cincos dentes móveis, que ficam parcialmente sobrepostos e no centro dessa área membranosa que fica em volta da boca. Munari (2008) cita que os movimentos da lanterna estão ligados à estrutura muscular, mas que de fora os movimentos são percebidos em uma pequena parte.

Em seu livro, Munari (2008) explica que Giorgio Scarpa orientou um estudo interessante sobre o ouriço-do-mar, dissecando-o em pequenas partes para estudá-lo. Ele cita que o pesquisador, ao analisar as suas formas, percebeu que o ouriço tem uma simetria pentaradial, o que significa que o corpo é organizado em torno de um eixo central. A lanterna está subdividida em cinco partes iguais, vista de lado ela é semelhante a uma pirâmide reta de base pentagonal, como mostra no n.3. O n.4, da lanterna vista de cima, pode ser vista a sua simetria pentaradial.

Figura 52 – Ouriço-do-mar morfologia.



Fonte: Primária (2023); Munari (2008).

Os ouriços-do-mar também desempenham um papel importante no ecossistema marinho. Eles atuam na manutenção dos recifes de corais e controlam o crescimento de algas e outros organismos, garantindo um equilíbrio ecológico nas comunidades marinhas em que vivem.

Também se tem muitos estudos sobre o ciclo de vida inicial dos ouriços-do-mar, que nele inclui algumas fases distintas, como mostra a figura 52. Nascimento (2019) explica que o embrião se desenvolve a partir de um aglomerado de células que eventualmente forma uma pequena esfera oca chamada blástula. Durante a fase de gastrulação, a blástula se transforma em uma estrutura com três camadas germinativas distintas, sendo elas ectoderme, mesoderme e endoderme, camadas essenciais para o desenvolvimento posterior do embrião. É nessa fase que o embrião apresenta uma simetria bilateral ligeiramente cônica.

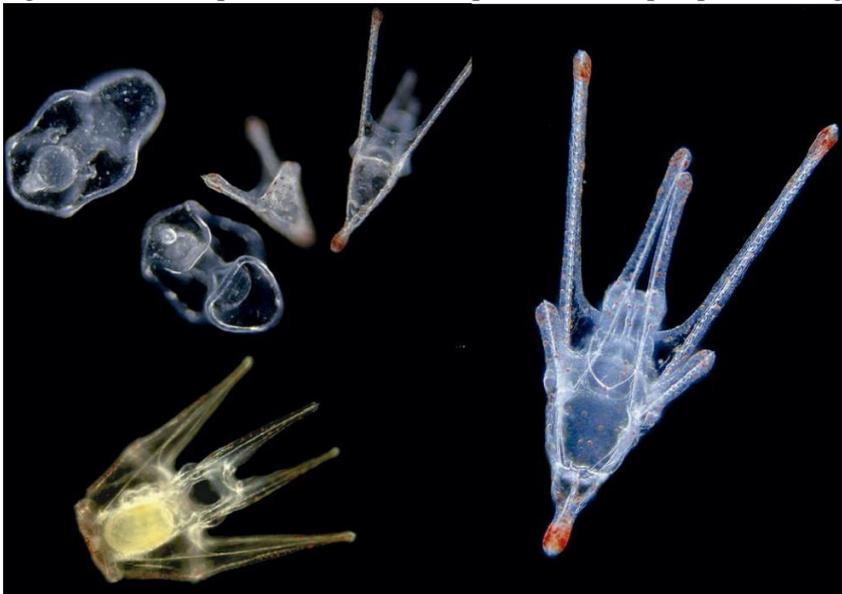
Figura 52 - Esquema do desenvolvimento embriolarval do ouriço-do-mar *E. lucunter*.



Fonte: Nascimento (2019) – (Adaptado de: Mello, R. A: Embriologia Comparada e Humana.

Após a gastrulação, o embrião passa por um estágio larval conhecido como larva pluteus, como mostra a figura 53. Nessa fase, a larva pluteus assume uma forma distinta de plâncton com um corpo globular e projeções alongadas chamadas braços. Os braços são equipados com um tipo de “cílios”, que ajudam na locomoção e na captura de alimentos. Durante a fase de larva pluteus, esses organismos são planctônicos, o que significa que eles flutuam livremente na água. Eles se alimentam de partículas orgânicas suspensas na água, usando seus “cílios” para criar correntes de água que transportam alimentos até a boca.

Figura 53 – Larva pluteus e embriões capturados em lupa óptica micrografia de campo escuro.



Fonte: Cifonauta (2024).

A figura 54, ilustra a fase da larva pluteus, nela podemos ver um erro redigido pelo autor que ela se inicia com 2 braços, e após surge mais um par formando 6 braços e por fim surge mais 2 pares completando 8 braços. Interessante perceber que nessa fase a larva inicia apresentando uma simetria bilateral, diferente do que vimos anteriormente do ouriço em sua fase adulta possuindo a simetria radial.

Figura 54 – Fases desenvolvimento larvar de ouriços-do-mar *Paracentrotus lividus* por lupa óptica micrografia.



**Fases desenvolvimento larvar de ouriços-do-mar *Paracentrotus lividus*:**  
 Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2022).

Após um período variável como larvas pluteus, os ouriços-do-mar passam por uma metamorfose durante a qual a larva pluteus se transforma em uma forma juvenil mais parecida com o ouriço-do-mar adulto como se conhece. Durante esse processo a larva pluteus sofre mudanças significativas em sua anatomia e estrutura corporal para se adaptar à vida no fundo do mar. Instalando-se no fundo do mar, onde continua a crescer e se desenvolver até atingir a maturidade sexual.

O ciclo de vida dos ouriços-do-mar, incluindo a fase da larva pluteus, é uma parte essencial de sua reprodução e sobrevivência. Essas larvas desempenham um papel crucial na dispersão e colonização de novos habitats, e sua ecologia e comportamento durante essa fase são áreas de estudo importantes na biologia marinha.

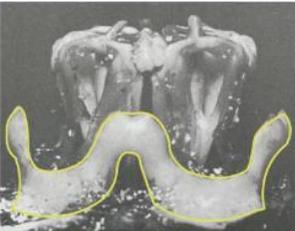
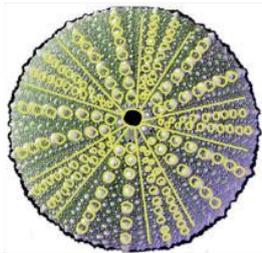
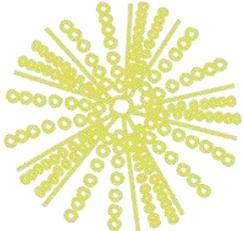
### 5.3 Análise das amostras e Parametrização

A parametrização dos elementos estudados é a simplificação da forma e dos detalhes observados nas imagens selecionadas. Foi utilizado o *software* Adobe Illustrator 2023, para a transformação desses detalhes para a parte gráfica. Como podemos ver no quadro 4, foram selecionados 4 elementos e suas partes de interesse parametrizadas.

A partir de uma análise das imagens que vimos dos ouriços até agora, tanto no desenho da sua morfologia, quanto a partir de imagens de lupa óptica micrografia de campo escuro, é possível observar características naturais, como suas formas orgânicas e padrões que podem ser selecionadas a partir da parametrização, com pontos de interesses separados para posteriormente possibilita a integração de elementos de design.

A lanterna de aristóteles na base do ouriço-do-mar em sua fase adulta, possui padrões e uma simetria radial. Possibilitando formas interessantes em joias. Já a forma da larva pluteus em especial, com seus braços delicadamente curvados e simetria bilateral, pode ser capturada em detalhes a partir da fotografia com lente de aumento. Essa forma orgânica e fluida pode ser reinterpretada em metais, para criar peças que refletem a beleza e as formas orgânicas da vida marinha.

Quadro 4 – Parametrização.

NOME DO ELEMENTO	ELEMENTO ANALISADO	PARAMETRIZAÇÃO
LANTERNA DE ARISTÓTELES		
LARVA PLUTEUS - 4 BRAÇOS		
LARVA PLUTEUS - 8 BRAÇOS		
TUBÉRCULOS - OURIÇO-DO-MAR		

Fonte: Primária (2024).

Feitas as parametrizações, pode seguir para a próxima fase com a definição da conceituação e em seguida o desenvolvimento das gerações de alternativas a partir das parametrizações feitas nesse subcapítulo.

### 5.3 Conceituação da coleção

Segundo Sorger e Udale (2009) utilizar um tema ou conceito é recomendável porque, além de manter o trabalho coeso ele também define limites.

Para essa coleção foi utilizado um conceito para representar a essência dos produtos desenvolvidos. Por meio da técnica de Brainstorming, na figura 55, foram inseridas palavras que representassem toda a pesquisa feita anteriormente através da essência do projeto, das características das personas e do seu estilo de vida: sendo elas mulheres que prezam pelo *slow living*, consumindo produtos com consciência, atemporais e com design.

Figura 55 – Painel de conceituação.

FEITO À MÃO  
ATEMPORAL  
SLOW FASHION  
UPCYCLING  
CONTEMPORÂNEO  
SLOW LIVING  
CONSUMO CONSCIENTE  
BEM-ESTAR  
ARTESANAL  
DESACELERAÇÃO  
NATURAL  
DESIGN  
REFÚGIO NATURAL

Fonte: Primária (2024).

**Refúgio Natural** é o que representa e sintetiza todos os significados dessa coleção. Entre as referências dentro do estilo Refúgio Natural, a ideia de desaceleração é representada através da valorização de produtos, matérias-primas e técnicas locais, criando um visual de forte apelo artesanal. Através de cores neutras, da proposta sustentável e de um senso estético que preza por um toque de sofisticação, os produtos agregam valor no guarda-roupa feminino, ressaltando durabilidade e versatilidade.

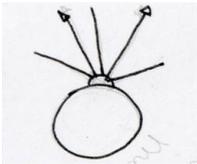
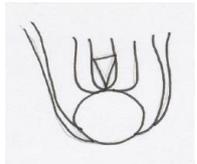
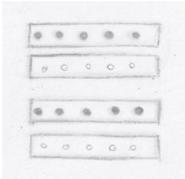
O processo de fabricação manual pode ser evidenciado pelos acabamentos rústicos em contraste com polidos. Outros detalhamentos como formatos orgânicos, formas simplificadas e o uso de elementos da natureza, também são recorrentes. Entre as pedrarias,

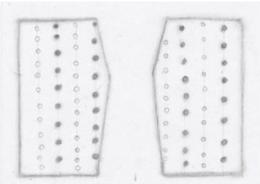
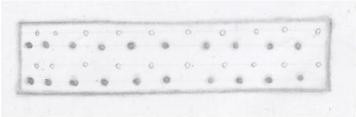
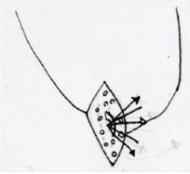
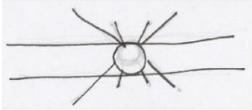
opta-se por propostas com aspecto natural, gemas com aspecto bruto, por reforçar a conexão com a natureza.

### 5.5 Geração de alternativas

A partir das parametrizações deu-se início a geração de alternativas dos desenhos das peças da coleção de joias. Foram desenvolvidos esboços à mão de anéis, colares e pulseiras que irão vir a compor a coleção.

Quadro 5 – Geração de alternativas.

Geração de alternativas		
N.1		- Anel com penduricalhos de espinhos do ouriço do mar;
N.2		- Anel com braços a partir da larva pluteus;
N.3		- Anel com braços a partir da larva pluteus;
N.4		- Anel com braços a partir da larva pluteus;
N.5		- 4 anéis com padrões a partir dos tubérculos do ouriço do mar;
N.6		- Bracelete com braços a partir da larva pluteus;
N.7		- Bracelete com braços a partir da larva pluteus;

N.8		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colar com uma ponta de espinho e com a outra ponta de um tubérculo;</li> </ul>
N.9		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colar a partir da lanterna de Aristóteles;</li> </ul>
N.10		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bracelete com braços a partir da larva pluteus;</li> </ul>
N.11		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brinco com padrões a partir dos tubérculos;</li> </ul>
N.12		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bracelete com padrões a partir dos tubérculos;</li> </ul>
N.13		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colar com uma chapa com penduricalhos com espinhos pendurados;</li> </ul>
N.14		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bracelete com braços a partir da larva pluteus;</li> </ul>
N.15		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anel com braços a partir da larva pluteus;</li> </ul>

Fonte: Primária (2024).

Na elaboração dos desenhos pretendeu-se seguir um padrão que fizesse parte de um contexto criando uma coleção harmônica entre as duas fases do animal marinho. Sendo eles, os espinhos, os tubérculos e os seus orifícios, os braços da larva pluteus e sua estrutura morfológica.

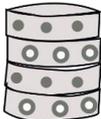
Após desenvolvidas a geração de alternativas, pode-se constatar como a biomimética possibilitou usar a criatividade para a produção de diferentes padrões e formatos para diversos modelos de joias.

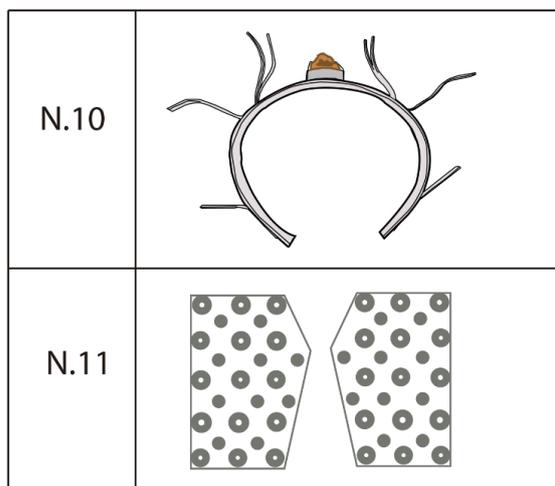
### 5.6 Seleção das alternativas

Após o desenvolvimento das alternativas geradas, das quinze opções foram escolhidas seis. As peças escolhidas foram as que mais incorporaram as características esperadas pelo projeto: como maior viabilidade de produção à mão, pois elas possuem muitas formas orgânicas que poderiam não ser possíveis serem desenvolvidas manualmente; reprodução de formas, através da sua estrutura morfológica, reproduzindo assim uma peça diferente do que vemos constantemente no mercado; padrões existentes na superfície do animal marinho reproduzido em texturas.

No quadro 6, foi utilizado o *software* Adobe Illustrator 2023 para a estilização gráfica mais refinada das alternativas. Foram feitas modificações a partir do esboço para melhor ergonomia da peça, como podemos ver no bracelete de item n.10.

Quadro 6 – Seleção de alternativas.

Alternativas escolhidas	
N.3	
N.4	
N.5	
N.9	



Fonte: Primária (2024).

A partir do conceito escolhido Refúgio Natural, foram incorporados nos desenhos n3, n4 e n10 gemas com aspecto bruto chamada Pirita, que mais se assemelham as características naturais do ouriço-do-mar, reforçando o aspecto natural e a conexão com a natureza.

### 5.7 Processos de fabricação, testes e desenvolvimento de produto

O metal escolhido foi a prata 950 pela sua boa maleabilidade, podendo ser capaz o seu fácil manuseio para ser possível a reprodução de formas orgânicas na peça. Foram utilizados para a produção da coleção 40 gramas de prata que a autora já possuía, alcançando um dos objetivos desse trabalho, sendo a reutilização do metal, como mostra na figura 56.

Figura 56 – Prata para a reutilização.



Fonte: Primária (2024).

Os testes iniciais focaram na reprodução dos padrões dos tubérculos e nas formas orgânicas da morfologia das larvas-pluteus. Os padrões dos tubérculos, foram repetidos algumas vezes com ferramentas distintas para que chegasse em uma que conseguisse reproduzir um padrão semelhante ao que vemos no ouriço-do-mar, como mostra na figura 57. Para realizar esse procedimento, foi utilizado a ferramenta embutidor com números de 1 a 6, como mostra a figura 57c, batidos na peça com o auxílio de um martelo para deixar uma forma abaulada, na figura 57b e fresa para auxiliar na perfuração, na figura 57a.

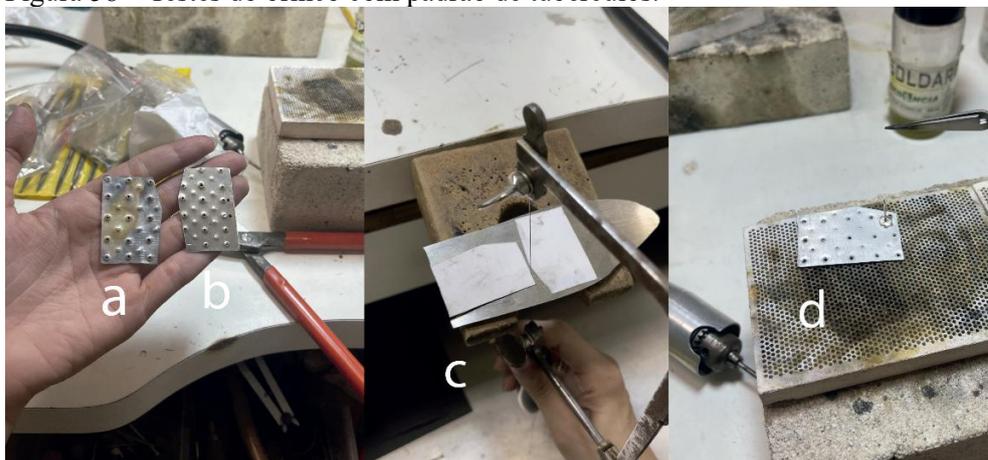
Figura 57 – Ferramentas: a) fresa; b) martelo; c) embutidor; d) cristal pirita.



Fonte: Primária (2023); Pinterest (2024, *web*).

Além do teste das ferramentas, também houve o cálculo das medidas das distâncias entre os furos para criar os padrões na chapa de prata. Sendo 58b a primeira tentativa, porém ficou perto demais da borda e correria o risco de abrir o furo. Na 58a foi feita a segunda tentativa chegando na distância ideal para as marcações. A figura 58c temos a chapa derretida novamente para ser recortada e por último na figura 58d temos o brinco com o pino soldado para ser polido.

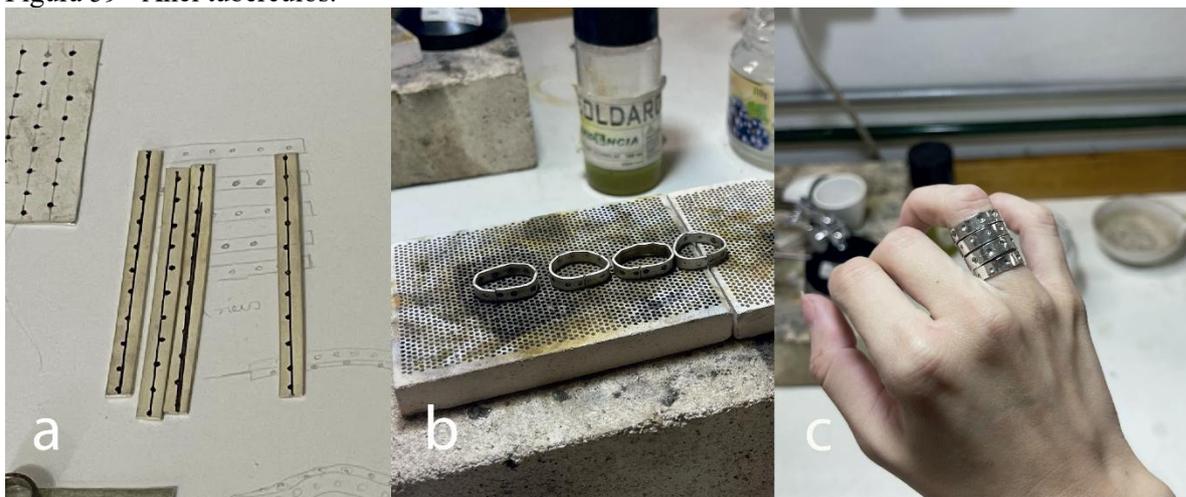
Figura 58 – Testes do brinco com padrão de tubérculos.



Fonte: Primária (2023).

Os 4 anéis que compõem o conjunto com o brinco de tubérculos foram feitos com 4 lâminas de prata, na figura 59a, e tiveram seus padrões marcados na mesma medida de distância do brinco. Após a medição no dedo foram martelados no tribulet para pegarem a forma do anel na figura 59b, e para finalizar foram para o polimento no tamboreador, na figura 59c.

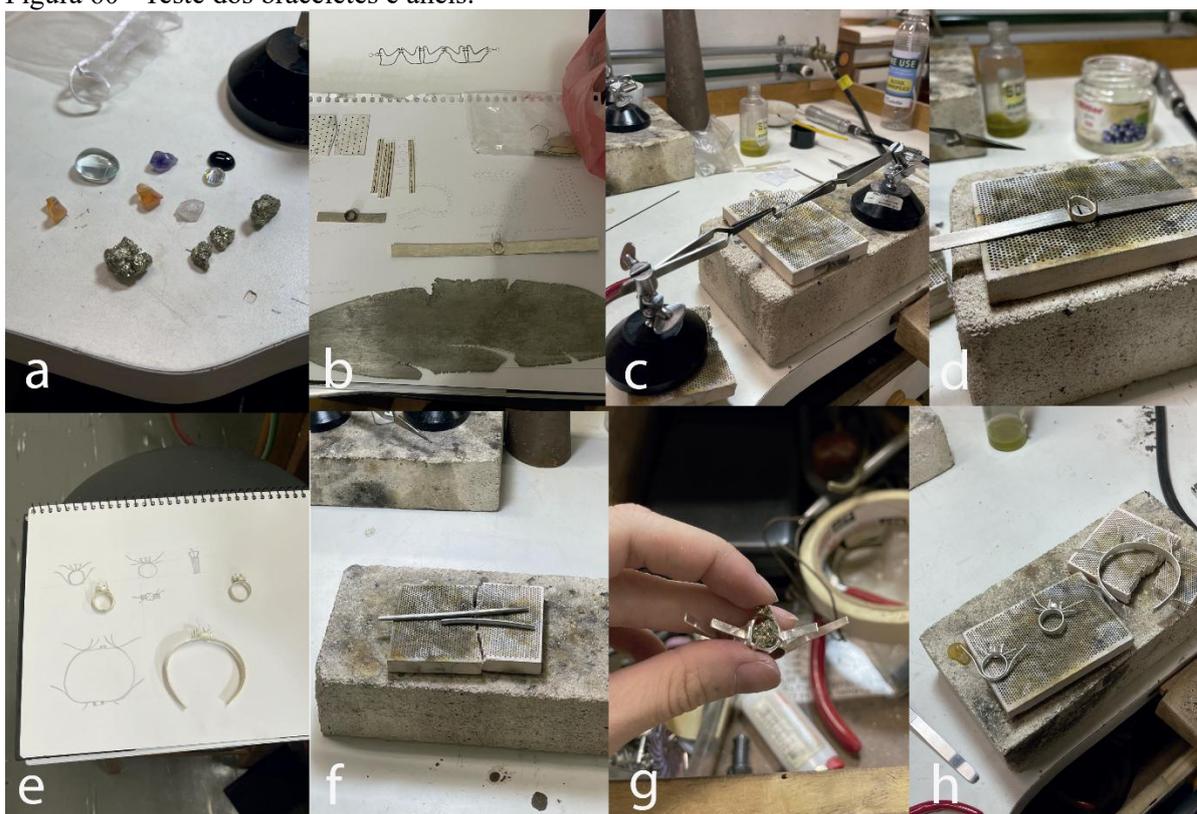
Figura 59 - Anel tubérculos.



Fonte: Primária (2023).

Temos uma rápida representação fotográfica de como foram os desenvolvimentos dos anéis e do bracelete na figura 60. As formas dos braços das larvas-pluteus, tanto do bracelete quanto dos anéis foram feitas com lâminas de prata de variados tamanhos para também serem cortados e depois sobrepostos as joias de uma forma que ficassem fixas e no seu uso não machucasse o usuário, como mostra na figura 60e. Também tiveram as pontas lixadas para que ficassem lisas e não arranhasse no seu uso. No subcapítulo anterior foi mostrado que em três dos desenhos foi colocado o cristal Pirita em sua forma bruta, como mostra na figura 60a. Sendo ele um cristal poroso, alguns quebraram nos testes mostrado na figura 60g, sendo substituído por outro igual. Sendo a figura 60h as joias prontas e polidas.

Figura 60 - Teste dos braceletes e anéis.



Fonte: Primária (2023).

No desenvolvimento do colar, primeiro se iniciou com o tamanho da impressão sendo medido no pescoço. Em seguida colamos os adesivos de cada parte do colar na chapa de prata na figura 61a. Logo após sendo recortados manualmente um a um com o auxílio de uma serra, como podemos ver na figura 61b. E por último, foram feitas manualmente várias argolas com fios de prata para juntar todas as partes do colar unindo-o com o fecho, na figura 61c.

Figura 61 - Teste do colar.



Fonte: Primária (2023).

O passo final de todas as joias foram o mesmo. Todas foram colocadas no ácido para que produtos, gordura e restos de solda se soltassem da peça. E para o polimento foram colocadas numa máquina chamada tamboreador (conhecido como rola-rola) como mostra a figura 62.

Figura 62 – Tamboreador de joias para polimento.



Fonte: Primária (2023).

Passado todos os testes e todos os últimos ajustes, foi possível iniciar a produção de todas as peças, e em seguida a produção das suas fichas técnicas.

## 5.8 Ficha técnica

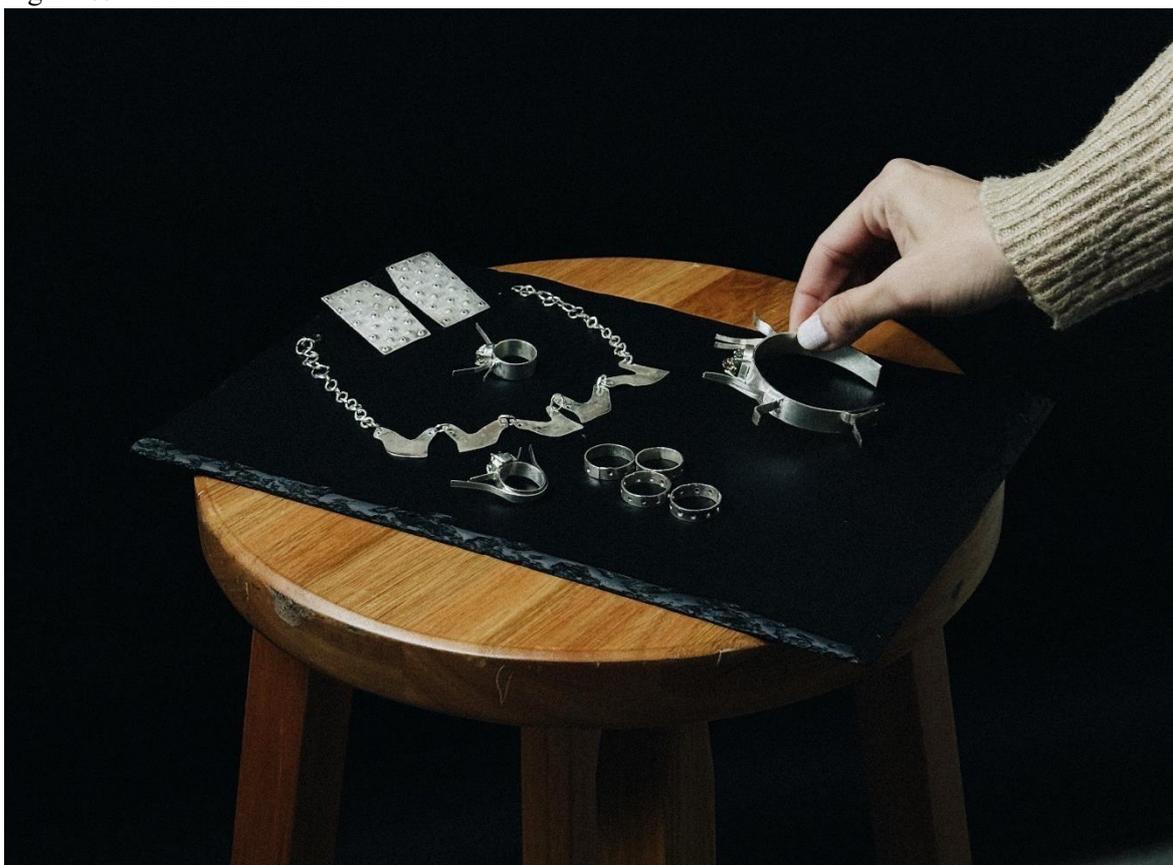
Segundo Treptow (2007), a ficha técnica é um documento que contém as informações mais importantes para que as peças sejam produzidas. No apêndice A apresenta-se as 6 fichas técnicas dos modelos escolhidos.

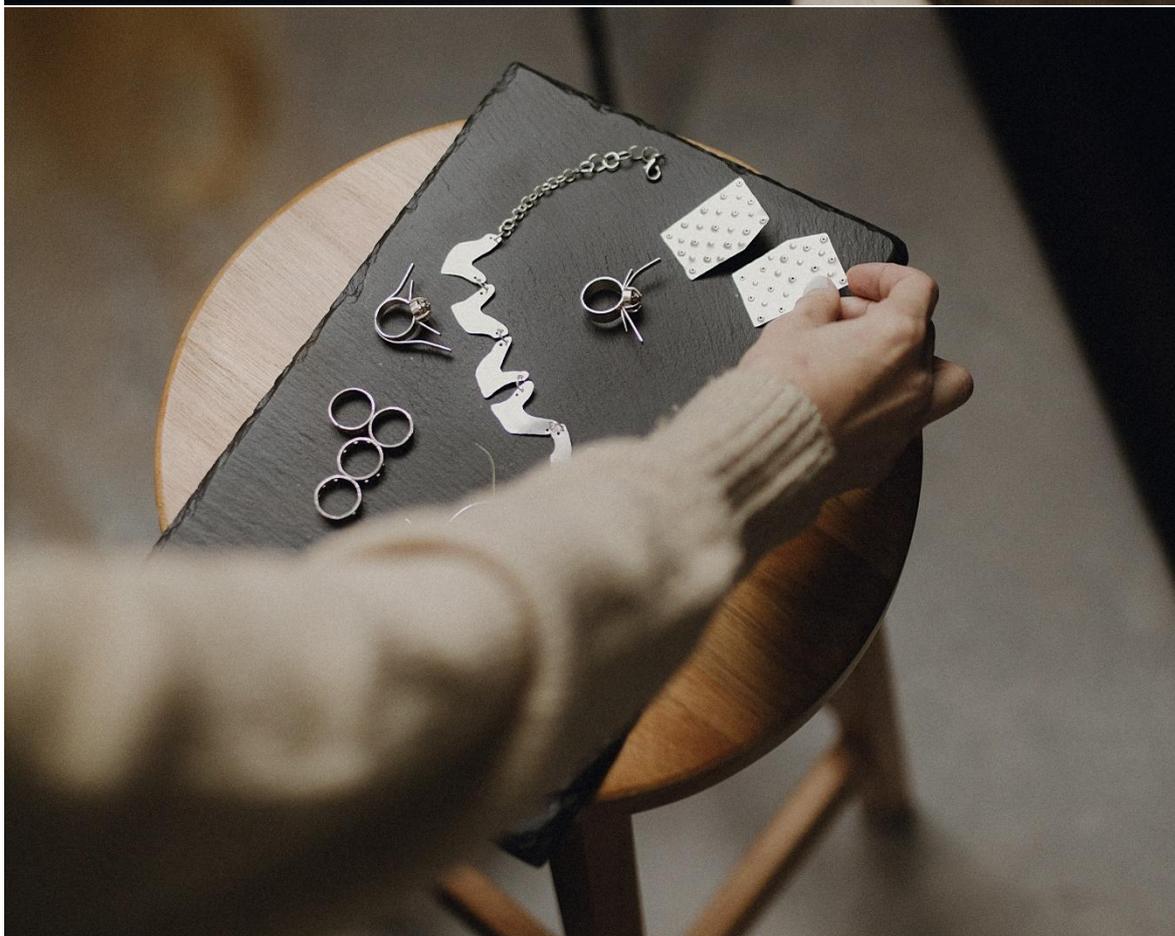
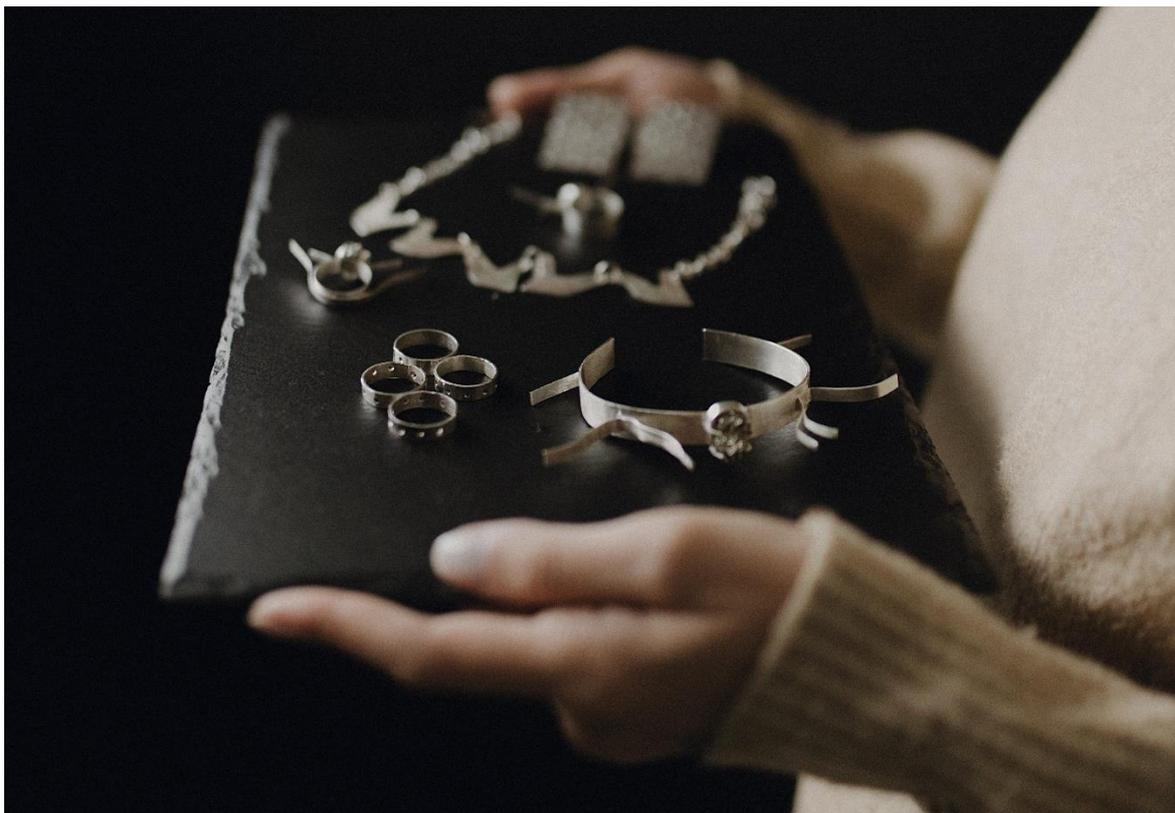
Com a finalização das fichas técnicas e todas as suas informações necessárias, no próximo subcapítulo será abordado o editorial fotográfico da coleção.

## 5.9 Editorial de moda

O editorial de moda dessa coleção busca transmitir a união da Biomimética com o Design de Joias. Em como podemos seguir por diferentes caminhos para buscar a criatividade. Busca transmitir também a conexão com a natureza, trazendo peças atemporais e com um design, na figura 63.

Figura 63 – Editorial de moda.

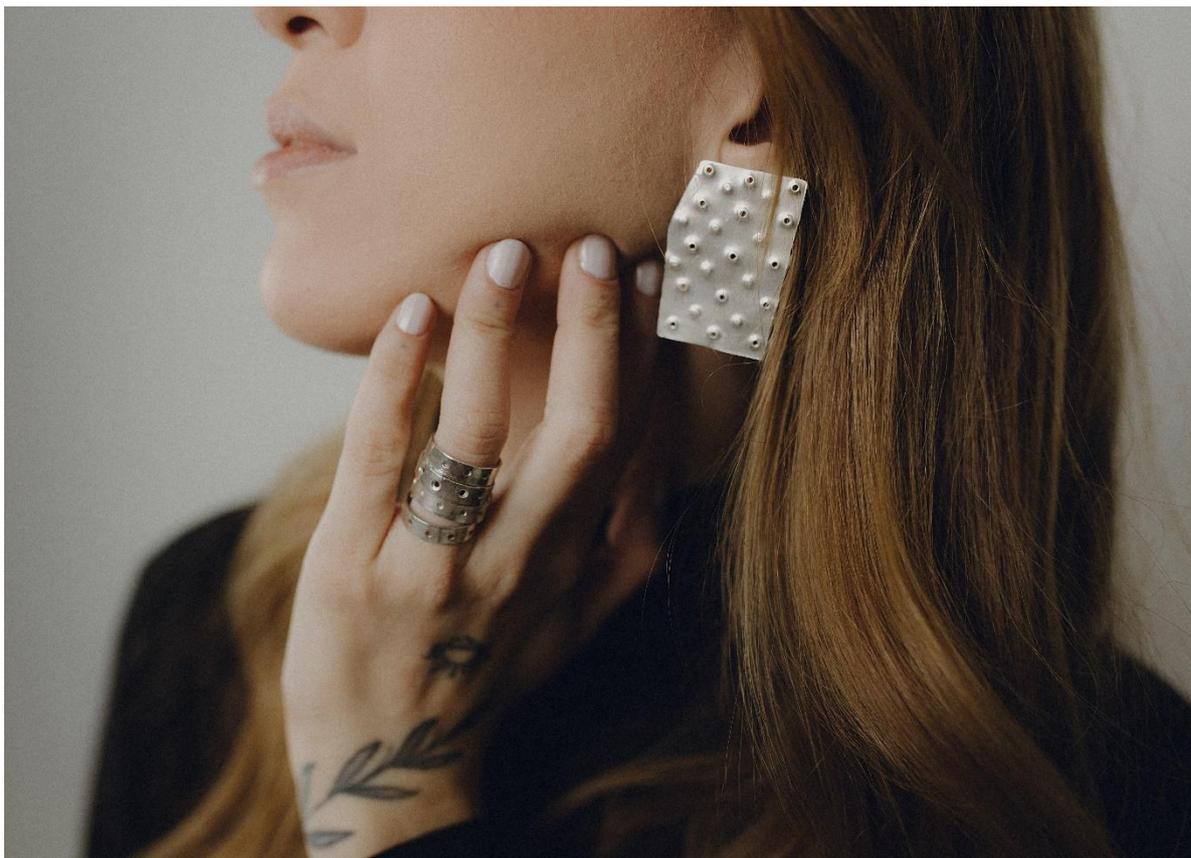
























Fonte: Primária (2024).

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento desse relatório técnico teve como objetivo principal explorar a Biomimética como um processo criativo para a elaboração de uma coleção de joias, aliada a técnicas de produção de baixo impacto ambiental. Ao longo do projeto, buscou-se também a integração de práticas sustentáveis e a valorização dos materiais utilizados, como a prata reciclada, proporcionando o upcycling e o ciclo de vida fechado dos materiais reutilizados, entrando na ótica da Economia Circular.

A pesquisa realizada demonstrou que a Biomimética é, de fato, uma fonte inesgotável de inspiração para a joalheria. Por meio da observação dos processos biológicos e das formas naturais, foi possível desenvolver uma coleção de joias que não só reflete a beleza e a complexidade da natureza, mas também incorpora princípios de sustentabilidade. Este enfoque permitiu a criação de peças únicas e criativas, que se destacaram pela exploração da união da Biomimética no Design de Joias, na sua customização.

Os objetivos específicos estabelecidos no início desta pesquisa foram alcançados. O levantamento teórico sobre Biomimética, Design, Moda e Sustentabilidade proporcionou uma base sólida para o desenvolvimento do projeto. A análise de exemplos relevantes de pesquisas inspiradas na Biomimética e no Design forneceu insights valiosos sobre as metodologias e técnicas utilizadas, enquanto a reutilização de prata reafirmou a viabilidade de práticas mais sustentáveis no campo da joalheria. A identificação dos aspectos técnicos no campo da ourivesaria durante a fase de produção foi essencial para garantir a qualidade, ergonomia e a durabilidade das peças criadas.

A metodologia adotada, combinando pesquisa científica e de Design, e utilizando o método do Duplo Diamante, provou-se eficaz na estruturação e condução do projeto. Esta abordagem permitiu uma exploração aprofundada das potencialidades da Biomimética, resultando em uma coleção que é ao mesmo tempo esteticamente criativa e com propósitos mais conscientes.

Conclui-se que a Biomimética oferece um caminho promissor para o desenvolvimento de projetos criativos na joalheria. Além de proporcionar soluções estéticas criativas, esta abordagem promove a adoção de práticas sustentáveis que são essenciais no contexto contemporâneo.

Por meio deste trabalho, espera-se ter contribuído para a valorização da Biomimética como uma estratégia no Design de Joias e para a formação de profissionais mais conscientes e comprometidos com a excelência e a sustentabilidade em suas criações.

Um dos resultados esperados é apresentar a discussão sobre a Biomimética no campo do Design de Joias, uma temática que é pouco abordada e discutida. Ao explorar a relação entre a natureza e o design, pretende-se ampliar o conhecimento e despertar o interesse em utilizar a Biomimética como uma fonte de inspiração no processo criativo. Além disso, espera-se que esse projeto possa inspirar e ajudar nas futuras pesquisas no campo da Joalheria com a Biomimética.

E por fim, concluir este projeto representa para mim não apenas o encerramento de uma etapa significativa, mas também a realização de um sonho de pesquisar no campo da Biomimética e da Joalheria. Sou imensamente grata pela oportunidade e pela condução do meu orientador, de explorar uma área pela qual sou apaixonada, aliando ciência e arte na criação de joias autorais, que se conectaram com a sustentabilidade. Ter desenvolvido este trabalho, me trouxe uma profunda satisfação pessoal e profissional, mantendo meus desejos futuros de continuar a minha jornada na pesquisa para o Doutorado no campo da Biomimética e suas influências na criatividade no campo da Joalheria.

Espero que este projeto tenha pavimentado o caminho para criações futuras que conecte princípios de sustentabilidade e criatividade na Joalheria.

## REFERÊNCIAS

ALURA. **Diamante Duplo**: Como utilizar esse processo para resolver problemas. Disponível em <<https://www.alura.com.br/artigos/diamante-duplo-como-utilizar-para-resolver-problemas>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

ARRUDA, Amilton J. V. **Métodos e processos em biônica e biomimética**: a revolução tecnológica pela natureza. São Paulo: Blucher, 2018.

**BIOMIMICRY 3.8**. Disponível em: < <https://biomimicry.net/bios/dr-dayna-baumeister/> > Acessado em: 22 abr. 2023.

BENYUS, Janine M. **Biomimética**: Inovação Inspirada pela Natureza. São Paulo: Editora Pensamento-Cultrix Ltda, 2003.

BROECK, F. V. **Biônica e Design**. Disponível em < <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Bionica%20e%20Design%20-%20Vanden%20Broeck.pdf> > Acesso em: 12 abr. 2023.

CALATRAVA, Santiago. **Projetos (Miniaturas)** - Santiago Calatrava – Arquitetos e Engenheiros. Disponível em < <https://calatrava.com/projects.html?all=yes> > Acessado em: 30 abr. 2023.

CIDADE, Mariana Kuhl; PALOMBINI, Felipe Luis; KINDLEIN, Wilson Júnior. **Biônica como processo criativo**: microestrutura do bambu como metáfora gráfica no design de joias contemporâneas. Educação Gráfica, v. 19, n. 01, p. 1-13, 2015. ISSN 2179-7374

CIFONAUTA. **Banco de imagens de Biologia Marinha** | CEBIMar USP. Disponível em < <http://cifonauta.cebimar.usp.br/> > Acessado em:

DESIGN COUNCIL. **What is the framework for innovation?** Design Council's evolved double Diamond. Disponível em: < <https://www.designcouncil.org.uk/newsopinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond> >. acesso em: 25 ago. 2022

**EDEN PROJECT.** 2024. Disponível em: <<https://edenproject.com> > Acessado em:

**ELLE.** 2022. Disponível em: <<https://elle.com.br/moda/movimentoelle-criacaotecnologia-e-sustentabilidade-com-iris-van-herpen> > Acessado em:

**EXPLORATION.** 2024. Disponível em: <<https://exploration-architecture.com>> Acessado em:

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GOMES, Ana S. et al. **Alta proteína dietética, proporção n – 3/n – 6 e β-caroteno aumenta o desenvolvimento larval de *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) -** Pesquisa em Aquicultura - Wiley Online Library, 2022.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652109>

GOLA, Eliana. **A joia: história e design.** São Paulo: Editora Senac, 2013.

HOFFMEISTER, Cristiane Machado. **BIOJOIA A PARTIR DA FIBRA DA BANANEIRA:** uma parceria com as artesãs da ASBANCO. Orientador: Professor Dr. João Eduardo Chagas Sobral e co-orientadora Anna Luiza M. de Sá Cavalcanti. 2019. 165 f. Relatório técnico (PPG Design - PROGRAMA DE MESTRADO EM DESIGN) – Universidade da Região de Joinville – Univille, Santa Catarina, 2019.

**IRIS VAN HERPEN,** 2023. Disponível em: < <https://www.irisvanherpen.com> > Acessado em:

KINDLEIN, W. J. et al. **Proposta de uma Metodologia para o Desenvolvimento de Produtos Baseados no Estudo da Biônica.** P&D Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília, 2005. 8p.

MARIN, Lilian. **A biônica como fonte de inspiração na joalheria.** Orientadora: Professora Ma. Raquel Barcelos de Souza. 2016. 94 f. Monografia (Bacharel - Curso de *Design*) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. 2ª ed – São Paulo: Martins Fontes, 2008.

NASCIMENTO, Núbia Costa. Identificação da dinâmica do desenvolvimento e caracterização das fases embriolarvais do ouriço do mar *Echinometra Lucunter*: maior precisão para os testes de toxicidade. **Plataforma Espaço Digital - Realize Eventos Científicos e Editora Ltda**. P, 286 – 305, 2019. ISBN: 978-65-86901-04-7. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/join/2019/5f5927e110769\\_09092020160713.PDF](https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/join/2019/5f5927e110769_09092020160713.PDF).

NERI OXMAN, 2023. Disponível: <<https://neri.media.mit.edu/index.html>>

**ORANGEFIBER**, 2023. Disponível em: < <https://orangefiber.it> > Acessado em:

PACCE, Lilian. **LILIAN PACCE**. 2015. Disponível em: < <https://www.lilianpacce.com.br/e-mais/o-surrealismo-de-paola-vilas> > Acesso em:

PAWLYN, Michael. **Biomimicry in Architecture**. 2ª ed - Riba Publishing, 2016.

RAMOS, Jaime; SELL, Ingeborg. **A biônica no projeto de produtos**. Prod., São Paulo, v. 4, n. 2, p. 95-108, dez. 1994. Disponível em < SciELO - Brasil - A biônica no projeto de produtos A biônica no projeto de produtos>. Acesso em 01 jan. 2023.

RUPPERT, Edward E.; BARNES, Robert D. Barnes. **Zoologia dos invertebrados**. 6ª ed - São Paulo: Editora Roca, 1996.

SANTOS, Rita. **Jóias: fundamentos, processos e técnicas**. São Paulo: Editora Senac, 2017

SCHWAB, Felipe André. **A Biomimética aplicada para o aperfeiçoamento da técnica árvore de fundição na joalheria**. Orientadora: Profª. Drª. Branca Freitas de Oliveira. 2021. 115 f. Tese de Doutorado - Programa de PósGraduação em Design com ênfase em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**STEAL THE LOOK**. Disponível em: <<https://stealthelook.com.br/historia-das-modaschiaparelli/>> Acesso em: fev 2023.

SORGER, Richard; UDALE, Jenny. **Fundamentos de design de moda**. Porto Alegre: Bookman Companhia, 2009.

TECMUNDO. **Leonardo da Vinci 500 anos: as 9 melhores invenções do gênio renascentista**. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/140890-leonardovinci-500-anos-9-melhores-invencoes-genio-renascentista.htm>> Acesso em: jan 2023.

TED. **Michael Pawlyn: Usando o gênio da natureza na arquitetura**. | TED Talk 2010. Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/michael\\_pawlyn\\_michael\\_pawlyn\\_using\\_nature\\_s\\_genius\\_in\\_architecture?language=pt-br&subtitle=pt-brarquitectura](https://www.ted.com/talks/michael_pawlyn_michael_pawlyn_using_nature_s_genius_in_architecture?language=pt-br&subtitle=pt-brarquitectura)>. Acessado em:

TEXTILEINDUSTRY. **Industria Textil e do Vestuário**. Disponível em: <<https://textileindustry.ning.com/forum/topics/o-que-biomim-tica-e-como-ela-usada-namoda>>. Acessado em:

TREPTOW, Doris. **Inventando moda: planejamento de coleção**. 5. ed. São Paulo, SP: Edição do autor, 2013.

UTS. **Universidade de Tecnologia de Sidney**. Disponível em: <<https://www.uts.edu.au/about/faculty-design-architecture-and-building/staffshowcase/morphotex-dress#:~:text=The%20Morphotex%20Dress%20is%20one%20of,toxic%20process%20of%20industrial%20fabric%20dying.&text=The%20Morphotex%20Dress%20is,of%20industrial%20fabric%20dying.&text=Dress%20is%20one%20of,toxic%20process%20of%20industrial>> Acessado em:

VEGMAG. Disponível em: <<https://vegmag.com.br/blogs/moda-beleza/moda-sustentavela-seda-a-partir-do-bagaço-da-laranja>> Acessado em:

TODABIOLOGIA. **Antozoários**. Disponível em: <<https://www.todabiologia.com/zoologia/antozoarios.htm>>

ZUGLIANI, Giovana Mara; BENUTTI, Maria Antonia. **Arte & jóia:** uma análise entre as jóias como objeto de arte e a arte contemporânea. São Paulo: *World Congress on Communication and Arts*, 2011.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Ficha técnica das joias produzidas como resultado da pesquisa deste relatório técnico.

**DESIGNER:** Isabella Demuth

**ANO:** 2024

**PRODUTO:** Bracelete

**DESCRIÇÃO:** Bracelete com braços a partir da larva pluteus

**MATERIAL:** Prata 950

**COR:** Prata

**AVIAMENTO:** Cristal Pirita

**OBS:** as caixas das pedras são feitas em prata e seu tamanho pode variar conforme o tamanho da pedra que for utilizada.

Ficha técnica

**FRENTE**

3mm 1cm

11cm

5,5cm sendo 0,5cm colado na base

2,7 cm sendo 1cm colado na base

**LATERAL**

(vista ampliada para melhor visualização)

5,2cm

2,5cm

2cm

2,7cm

**SUPERIOR**

(vista ampliada para melhor visualização)

caixa de 1cm x 1cm

garras de 1cm

5,5 sendo 0,5 colado na base

**DATA:** 20/01/2024

## Ficha técnica

DESIGNER: Isabella Demuth

ANO: 2024

PRODUTO: Brinco

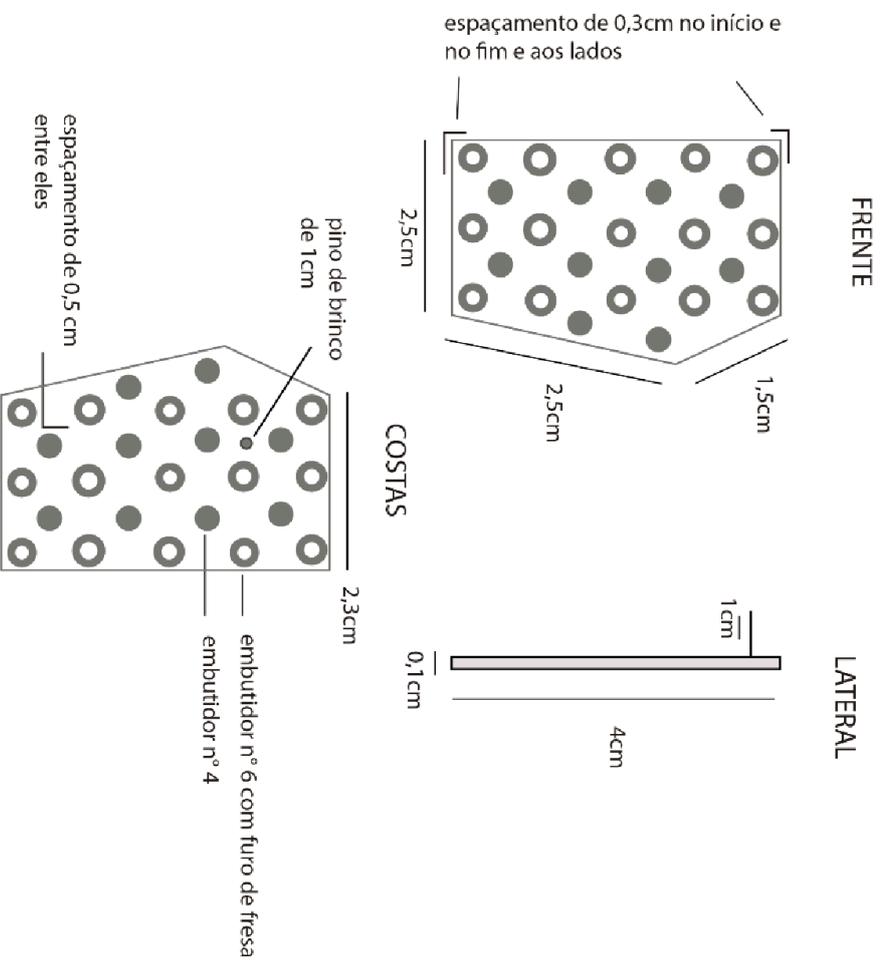
DESCRIÇÃO: Brinco com padrões a partir dos tubérculos

MATERIAL: Prata 950

COR: Prata

AVIAMENTO: Não

OBS: as caixas das pedras são feitas em prata e seu tamanho pode variar conforme o tamanho da pedra que for utilizada.



DATA: 20/01/2024

## Ficha técnica

DESIGNER: Isabella Demuth

ANO: 2024

PRODUTO: Anel 01

DESCRIÇÃO: Anel 01 com braços a partir da larva pluteus

com padrões

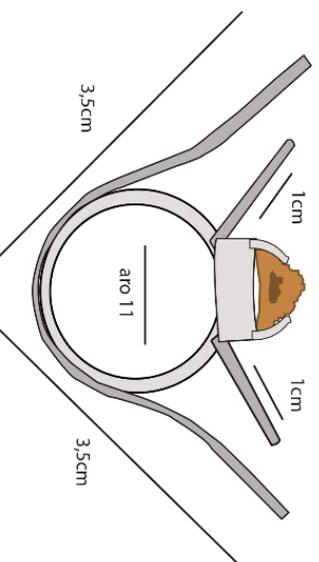
MATERIAL: Prata 950

COR: Prata

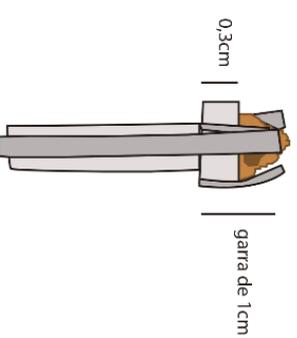
AVIAMENTO: Cristal com Pirita

OBS: as caixas das pedras são feitas em prata e seu tamanho pode variar conforme o tamanho da pedra que for utilizada.

FRENTE

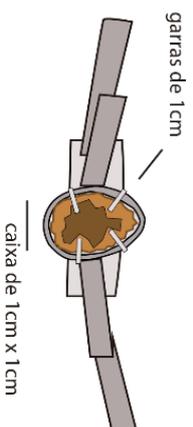


LATERAL



SUPERIOR

(vista ampliada para melhor visualização)



DATA: 20/01/2024

## Ficha técnica

**DESIGNER:** Isabella Demuth

**ANO:** 2024

**PRODUTO:** Anel 02

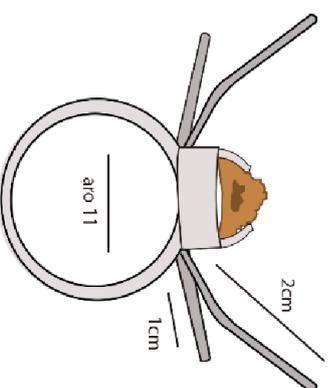
**DESCRIÇÃO:** Anel 02 com braços a partir da larva plúteus com padrões

**MATERIAL:** Prata 950

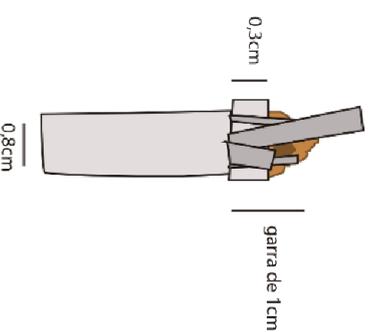
**COR:** Prata

**AVIAMENTO:** Cristal com Pirita

**OBS:** as caixas das pedras são feitas em prata e seu tamanho pode variar conforme o tamanho da pedra que for utilizada.



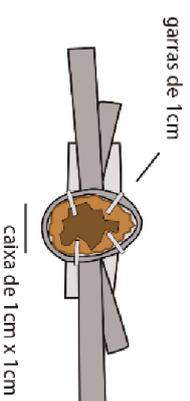
**FRENTE**



**LATERAL**

**SUPERIOR**

(vista ampliada para melhor visualização)



**DATA:** 20/01/2024

## Ficha técnica

DESIGNER: Isabella Demuth  
ANO: 2024

PRODUTO: Anel 03

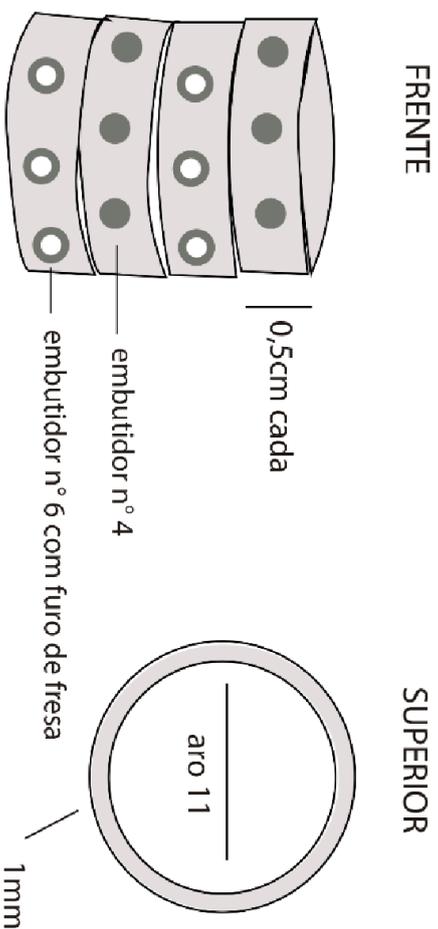
DESCRIÇÃO: 4 anéis com padrões a partir dos tubérculos do ouriço-do-mar com braços

MATERIAL: Prata 950

COR: Prata

AVIAMENTO: Não

OBS: as caixas das pedras são feitas em prata e seu tamanho pode variar conforme o tamanho da pedra que for utilizada.



DATA: 20/01/2024

## Ficha técnica

DESIGNER: Isabella Demuth  
ANO: 2024

PRODUTO: Colar

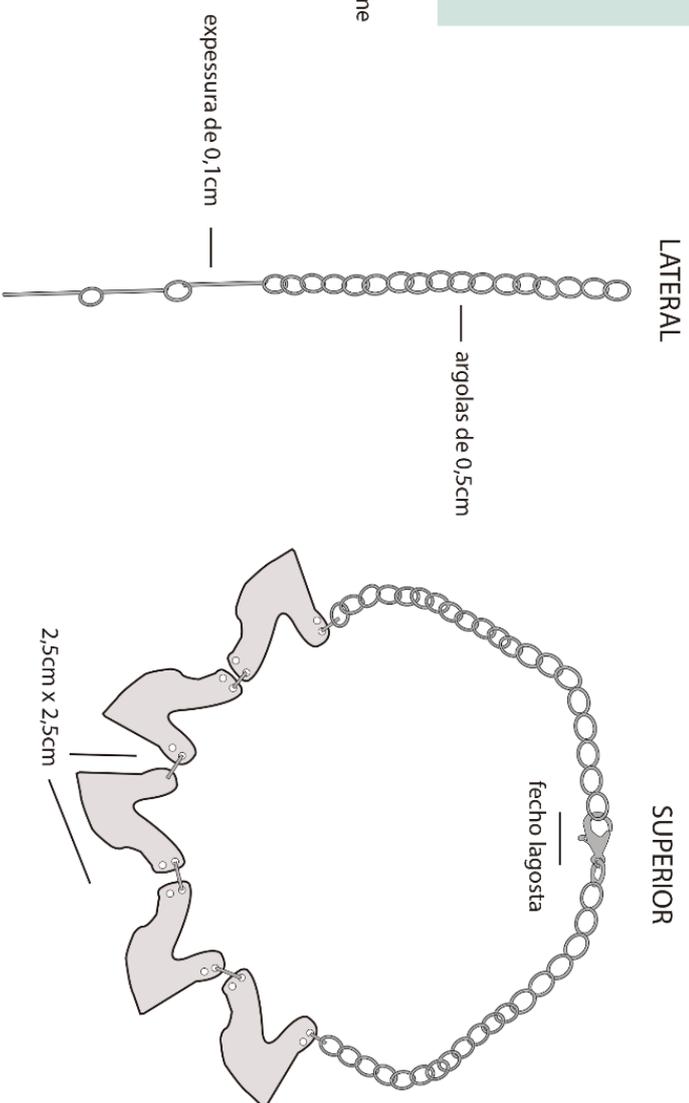
DESCRIÇÃO: Colar a partir da  
lanterna de Aristóteles

MATERIAL: Prata 950

COR: Prata

AVIAMENTO: Fecho lagosta

OBS: as caixas das pedras são feitas em  
prata e seu tamanho pode variar conforme  
o tamanho da pedra que for utilizada.



DATA: 20/01/2024

