



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
CURSO DE *DESIGN*

A BIÔNICA COMO FONTE DE INSPIRAÇÃO NA JOALHERIA

Lilian Marin

Lajeado, junho de 2016



Lilian Marin

A BIÔNICA COMO FONTE DE INSPIRAÇÃO NA JOALHERIA

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de *Design*, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharela em *Design*.

Orientadora: Prof.^a Ma. Raquel Barcelos de Souza

Lajeado, junho de 2016

Lilian Marin

A BIÔNICA COMO FONTE DE INSPIRAÇÃO NA JOALHERIA

A banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharela em *Design*:

Prof.^a Ma. Raquel Barcelos de Souza – Orientadora
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Me. Rodrigo de Azambuja Brod
Centro Universitário UNIVATES

Prof.^a Ma. Silvia Trein Heimfarth Dapper
Centro Universitário UNIVATES

Lajeado, 03 junho de 2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado força para superar as dificuldades e que permitiu que isso acontecesse.

Ao meu pai e minha mãe, heróis que me deram apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

A minha orientadora, pela orientação, apoio, confiança, pelo suporte, correções e incentivos.

Agradeço a todos os meus professores pelo conhecimento adquirido durante todos esses anos.

Meu agradecimento a minha colega e amiga Adriana Lemos, pelas dicas e ajuda durante todo o trabalho. Que na amizade que fizemos durante a minha formação vai continuar presente em minha vida.

Agradeço a empresa Sert, que me incentivou e ofereceu todo o apoio para que eu pudesse desenvolver o trabalho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O objetivo deste trabalho consiste no levantamento de dados para a criação de uma coleção de joias inspiradas na natureza, por meio da correlação do *design* e a biônica. Os elementos naturais escolhidos para o estudo da biônica foram a abelha europeia, a folha de uma palmeira, a folha da sálvia e o melão gália. Todo o processo foi desenvolvido a partir de modelos de metodologias projetuais de Gui Bonsiepe (1981) e Bernad Löbach (2001), também foi usada uma proposta de metodologia específica para o desenvolvimento de produtos baseados na biônica, dos autores Kindlein et al. (2002). Após a análise desses elementos, foram efetuadas as suas parametrizações e com o apoio em suas texturas, foram realizadas novas parametrizações da parte de interesse gerando as alternativas do projeto. Os resultados foram apresentados para a empresa. Iniciou-se a confecção dos modelos, gerando peças diferenciadas do catálogo da empresa. Com o auxílio da biônica eliminou-se o processo de polimento manual das peças, pois peças texturizadas não necessitam de polimento. Os levantamentos de dados serviram de aperfeiçoamento do projeto e o estudo da biônica mostrou as inúmeras possibilidades que nela podemos encontrar como fonte de inspiração. A biônica possibilitou texturas que foram testadas e aplicadas no final do projeto.

Palavras-chave: *Design*; Biônica; Joias; Texturas; Processos de produção.

ABSTRACT

The objective of this task consists in the data survey for the creation of a jewelry collection inspired by nature, through the correlation of design and bionics. The natural elements chosen for the bionics study were the European bee, the palm leaf, the sage leaf and the galia melions. All the process was developed from models of projectual methodologies of Gui Bonsiepe (1981) and Bernad Löbach (2001). It was also used a proposal for a specific methodology for the development of products based on bionics, from Kindlein et al. (2002). After the elements analysis, their parameterization was performed and with the support in their textures, the parameterization was performed in the part of interest generating the project alternatives. The results were presented to the company. The confection of the models was started, generating different pieces from the company catalog. With the assist of bionics the manual process of polishing the pieces was eliminated, because texturized pieces don't need polishing. The data survey served as an improvement to the project and the study of bionics showed the countless possibilities that can be found in them as a source of inspiration. The bionics enabled textures that were tested and applied at the end of the project.

Keywords: *Design*; Bionics; Jewelry; Textures; Production process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Infográfico da metodologia.....	17
Figura 2 - Soldagem com maçarico.....	21
Figura 3 - Estamparia.....	22
Figura 4 - Árvore com modelos de cera.....	24
Figura 5 - Esquema do processo de fundição por cera perdida.....	25
Figura 6 - Máquina de prototipagem DWS028.....	26
Figura 7 - Anel prototipado.....	27
Figura 8 - Acabamento manual e acabamento de máquina.....	28
Figura 9 - Anel de latão folheado com zircônias.....	29
Figura 10 - Anel de ouro com diamantes.....	29
Figura 11 - Anel de ouro acetinado.....	30
Figura 12 - Bracelete.....	30
Figura 13 - Aliança de casamento gravada.....	31
Figura 14 - Pingente esmaltado.....	31
Figura 15 - Anel martelado.....	32
Figura 16 - Projetos realizados dentro da empresa Sert.....	33
Figura 17 - Exemplos de soluções encontradas na natureza.....	37
Figura 18 - Máquina voadora.....	38
Figura 19 - Planta Vitória Régia.....	39
Figura 20 - Invenção do Velcro.....	40
Figura 21 - Algas.....	41
Figura 22 - Braceletes.....	42
Figura 23 - Elemento natural.....	43
Figura 24 - Peças desenvolvidas.....	43
Figura 25 - Anatomia da abelha europeia, Apis melífera.....	45
Figura 26 - Detalhe das asas anteriores e posteriores da abelha europeia.....	46
Figura 27 - Palmeira Livistona chinensis na fase adulta.....	47
Figura 28 - Livistona chinensis.....	48
Figura 29 - Sálvia.....	49
Figura 30 - Sálvia.....	50
Figura 31 - Melão Gália.....	51
Figura 32 - Conjunto A: textura do melão.....	60

Figura 33 - Conjunto B: textura da palmeira.....	60
Figura 34 - Conjunto C: textura da sálvia	61
Figura 35 - Alternativa escolhida pela empresa	61
Figura 36 - Modelo digital.....	63
Figura 37 - Prototipagem.....	64
Figura 38 - Modelos prototipados.....	64
Figura 39 - Modelos sem suportes e pinos	65
Figura 40 - Confecção dos moldes.....	65
Figura 41 - Injeção de cera	66
Figura 42 - Processo de engessamento.....	67
Figura 43 - Processo de fundição.....	68
Figura 44 - Peças separadas da árvore	69
Figura 45 - Soldagem	69
Figura 46 - Resultado	70
Figura 47 - Conjunto.....	71
Figura 48 - Anel.....	72
Figura 49 - Brinco.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parametrização	53
Quadro 2 - Geração das alternativas	54
Quadro 3 - Alternativas escolhidas.....	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problematização	11
1.2 Problema de pesquisa	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo geral	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4 Justificativa.....	13
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	15
3 JOIA.....	19
3.1 Joia	19
3.2 Processos de fabricação de joias.....	19
3.2.1 Soldagem	21
3.2.2 Estamparia	21
3.2.3 Fundição	22
3.2.3.1 Fundição por cera perdida	23
3.2.4 Prototipagem	25
3.3 Acabamentos.....	28
3.3.1 Acabamento polido	29
3.3.2 Acabamento escovado	29
3.3.3 Acabamento acetinado	30
3.3.4 Acabamento craquelado.....	30
3.3.5 Acabamento com gravações.....	31
3.3.6 Acabamento com esmaltação	31
3.3.7 Acabamento martelado.....	22
4 A EMPRESA.....	19
4.1 Materiais utilizados na empresa Sert	19
4.1.1 Latão.....	23
4.1.2 Prata	25
5 BIÔNICA	19
5.1 Biônica e o <i>design</i> de joias	41

5.2 Elementos naturais para possíveis estudos visando projeto de joia	44
5.2.1 Abelha Europeia	44
5.2.2 Palmeira-leque-chinês	46
5.2.3 Sálvia	48
5.2.4 Melão	50
6 DESENVOLVIMENTO	52
6.1 Parametrização	52
6.2 Aplicação Projetual	54
6.3 Geração das Alternativas	54
6.3.1 Seleção das três Alternativas.....	58
6.4 Escolha da Empresa	61
6.5 Síntese da alternativa escolhida	62
6.6 Desenho Técnico.....	62
6.7 Confecção do Modelo	63
6.8 Resultado	70
7 CUSTOS	74
7.1 Comparação de Custos	74
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS.....	80
APÊNDICES	87
APÊNDICE A - Catálogo da empresa Sert	88
APÊNDICE B - Desenhos Técnicos	89

1 INTRODUÇÃO

A biônica é o estudo de sistemas e estruturas naturais, com o objetivo de analisar e recuperar soluções funcionais, estruturais e formas, para aplicá-las na resolução de problemas humanos, através da geração de tecnologias e da concepção de objetos e sistemas como, por exemplo, formas, texturas, mobiliários e joias (RAMOS; SELL, 1994).

O termo biônica foi criado por Jack E. Steel, em 1960 (BROECK, 1995). Steel definiu que a biônica trata da análise de elementos naturais, visando encontrar soluções funcionais, que podem ser aplicadas na solução de algum problema humano.

A biônica nos proporciona pesquisar elementos naturais (texturas, estruturas e funções) podendo aplicá-los na criação de novos produtos ou até mesmo solucionar problemas técnicos existentes. Para Munari (1981), a biônica é um estudo de sistemas vivos, ou semelhantes vivos, que serve para descobrir processos, características e sistemas com mudanças de matéria, com extensão de comandos, com transferência de energia e de informação. Tendo como um ponto de partida o fenômeno natural e, a partir daí, podendo desenvolver a solução de um projeto.

Ramos e Sell (1994) entendem que a biônica contribui para o desenvolvimento de novos produtos, melhoramento dos mesmos e nos proporciona soluções de problemas para determinadas funções.

Para Kindlein et al. (2005) a biônica é uma ciência multidisciplinar que pesquisa através dos sistemas naturais, propriedades ou princípios, levando em

conta como objetivo a aplicação na criação de novos produtos ou na solução de problemas técnicos existentes em produtos já projetados.

Assim, este estudo ressalta o papel do *designer* dentro da indústria joalheira, onde a sua inspiração é feita através do estudo da natureza.

Dessa forma, é apresentado um desenvolvimento de uma pesquisa com relação entre a joia e a biônica, que através dos elementos oferecidos pela natureza, pode-se gerar uma joia diferenciada, moderna e que auxilie na redução de custos.

Este trabalho foi desenvolvido dentro da empresa Sert, situada no município de Guaporé-RS, a ideia inicial foi a criação de um conjunto de joias com inspiração na biônica. Para isso foram selecionados um inseto, duas plantas e uma fruta, verificando e analisando qual textura melhor se encaixaria no desenvolvimento de um conjunto, eliminando total ou parcialmente o processo manual de lixa e de polimento, gerando economia de mão de obra e de tempo.

O primeiro capítulo contém a definição do tema, os objetivos gerais, os objetivos específicos, a problematização e a justificativa. O segundo capítulo encontra-se uma síntese do novo projeto, a metodologia para a execução. No terceiro capítulo apresenta-se o desenvolvimento do projeto, e também a fundamentação teórica, análises e levantamento de elementos naturais que possuem características passíveis de serem aplicadas em projetos de joias. O último capítulo mostra o desenvolvimento do projeto.

1.1 Problematização

Para Munari (1981, p. 31) “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”. Por isso essa etapa da problematização é importante, pois é nela que definimos os aspectos mais relevantes para o desdobramento do projeto.

De acordo com Löbach (2001), a primeira tarefa do *designer* industrial é fazer uma análise do problema, pois feito o reconhecimento dele, a intenção de solucionar esse problema é seguindo uma análise cuidadosa.

Os processos manuais em joalherias estão presentes tanto em pequenas empresas como em grandes indústrias.

Dentre os acabamentos possíveis para as joias o acabamento polido é brilhante e é obtido através de escovas e massas especiais para acabamentos, um dos mais tradicionais da joalheria. Porém, esses processos exigem um grande tempo dentro da empresa e precisam de profissionais qualificados e cuidadosos para exercerem a função.

Todos os projetos da empresa Sert foram pensados e projetados para receberem acabamentos manuais e polimento manual. Esses processos precisam de profissionais cuidadosos, pois se o profissional polir demais uma peça os detalhes podem desaparecer, o polimento excessivo também pode danificar, afinar demais ou entortar as peças.

Peças com polimentos feitos em maquinários, os desgastes são reduzidos como quando polido a mão, pois é determinado um tempo para a máquina trabalhar. Passado esse tempo, a máquina desliga automaticamente, e as peças não sofrerão danificações.

1.2 Problema de pesquisa

Qual elemento natural pode apresentar uma textura, interessante e diferenciada para aplicar no desenvolvimento de uma joia, eliminando, parcialmente, o processo de polimento manual na indústria joalheira?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral dessa pesquisa é buscar elementos naturais por meio da biônica que sejam possíveis de aplicar em um conjunto de joias, simplificando os processos de acabamentos e reduzindo a mão de obra.

1.3.2 Objetivos específicos

- Pesquisar o referencial bibliográfico relacionado à biônica;
- Descrever o processo produtivo do *design* de joias;
- Detalhar os tipos de materiais utilizados no processo de fundição por cera perdida;
- Analisar elementos naturais para o desenvolvimento de joias;
- Aplicar os elementos naturais, provenientes da análise de um inseto, duas plantas e um fruto que facilitem o acabamento, eliminando parcialmente a mão de obra;
- Desenvolver um conjunto de joias diferenciado dos já existentes na empresa Sert.

1.4 Justificativa

A autora deste trabalho possui uma ligação direta com a criação de joias, trabalhando no desenvolvimento dos projetos nesse setor. Sendo assim percebeu-se a importância de criar uma nova linha de joias, com uma textura diferenciada para oferecer ao mercado. Com o desenvolvimento de uma nova linha, a empresa pode expandir o seu mercado e, com o auxílio de uma metodologia projetual adequada, o seu produto será diferenciado, agregando mais valor à peça, diferenciando-se dos seus concorrentes.

Nenhuma indústria funciona por muito tempo sem lucro. Quanto menos custos em mão de obra, processos internos uma empresa gerar, mais lucro ela terá. “[...] o *designer* industrial em muitos casos tem a seu cargo a tarefa de tornar possível o aumento da produção através do uso de novos materiais ou encontrando novas funções ou possibilidades de uso de produtos” (LÖBACH, 2001, p. 30).

Para o desenvolvimento dessa coleção utilizou-se a metodologia biônica por entender que a natureza está sempre evoluindo e se mantendo sustentável e ela nos auxilia como fonte de inspiração para o desenvolvimento de novos produtos, assim, ela pode ser utilizada como fonte de inspiração para o desenvolvimento de novos produtos que apresentem eficiência funcional e estética.

Para Löbach (2001) a diferenciação é o programa de produção que busca compreensões diferentes de produtos já existentes. Para a empresa significa uma oferta simultânea de produtos diferenciados, para atender as diversas necessidades de classes sociais distintas. Isso ocasiona, aos compradores, uma grande variedade de possibilidade de possuir produtos do mesmo fabricante, proporcionando produtos diferenciados as várias classes sociais.

Através da biônica podemos encontrar texturas diferenciadas e atraentes para uma coleção de joias. Ela poderá diferenciar a empresa dos concorrentes e, ainda auxiliar na produção por meio da redução da mão de obra e, conseqüentemente, redução de custos, pois texturas possibilitam que o processo de polimento não seja necessário.

Segundo Baxter (1998) “O fator mais importante, e provavelmente o mais óbvio, é o produto ter forte diferenciação em relação aos seus concorrentes no mercado e apresentar aquelas características valorizadas pelos consumidores”.

Assim, este projeto tem como objetivo mostrar que o uso da biônica é de grande importância na inovação de novos projetos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Existem várias metodologias para desenvolvimento de projetos de produtos na área do *design*, como exemplo, temos a metodologias projetuais de: Gui Bonsiepe (1981), Bernd Löbach (2001), Elizabeth Regina Platcheck (2003) e Mike Baxter (1998), métodos que apontam como resolver problemas que futuramente poderão acelerar ou facilitar o desenvolvimento de novos produtos, porém não se pode dizer que os métodos tenham habilidades exclusivas de atender todos os problemas possíveis.

Portanto, depende do *designer* perceber qual metodologia se encaixa melhor para determinado projeto, lembrando que essas metodologias não são inalteráveis, cabe ao profissional adequar as etapas para o desenvolvimento de seu projeto.

Bruno Munari, explica que certas ações podem ser implementadas diante de outras. Munari considera:

“O método projetual para o *designer* não é algo absoluto e definitivo; é algo modificável quando se encontram outros valores objetivos que melhorem o processo. É esse fato ligado à criatividade do projetista que, ao aplicar o método, pode descobrir qualquer aspecto para melhorá-lo” (MUNARI, 1981, p. 18).

Segundo Contini (2012), a escolha da metodologia de projeto é a identificação de cada ponto necessário ao tema.

Bomfim (1995), defende que a metodologia seja “a ciência que se ocupa do estudo de métodos, técnicas ou ferramentas e de suas aplicações na definição,

organização e solução de problemas teóricos e práticos”, e a metodologia de *design* “a disciplina que se ocupa da aplicação de métodos a problemas específicos e concretos.” Já para Roozenburg e Eekels (1996), a metodologia de *design* “é o ramo da ciência que criticamente estuda a estrutura, métodos e regras para projetar produtos, no senso de artefatos materiais e sistemas.”

A metodologia de projeto escolhida na primeira etapa do trabalho de conclusão de curso em *Design* foi baseada no livro de Gui Bonsiepe, *Metodologia Experimental: Desenho Industrial* (1981), juntamente com o livro de Bernad Löbach, *Design industrial – Bases para a configuração dos produtos industriais* (2001).

Para Bonsiepe (1981), a metodologia é uma ajuda para os processos de desenvolvimento dos produtos, destaca técnicas e métodos específicos em cada etapa do projeto. O seu modelo gera quatro grupos, sendo eles: a linearidade, a presença do *feedback*, a circularidade e a flexibilidade para o tipo quatro. Na metodologia de Gui encontramos as seguintes etapas, problematização, análise, definição do problema, anteprojeto/geração de alternativas e projeto.

Segundo Löbach (2001), o processo de *design* é um processo de criatividade e de solução de problemas, a sua metodologia consiste em encontrar soluções através da criatividade. As suas etapas são a fase de preparação, fase das gerações, avaliação das soluções encontradas, por fim a fase de realização da alternativa escolhida.

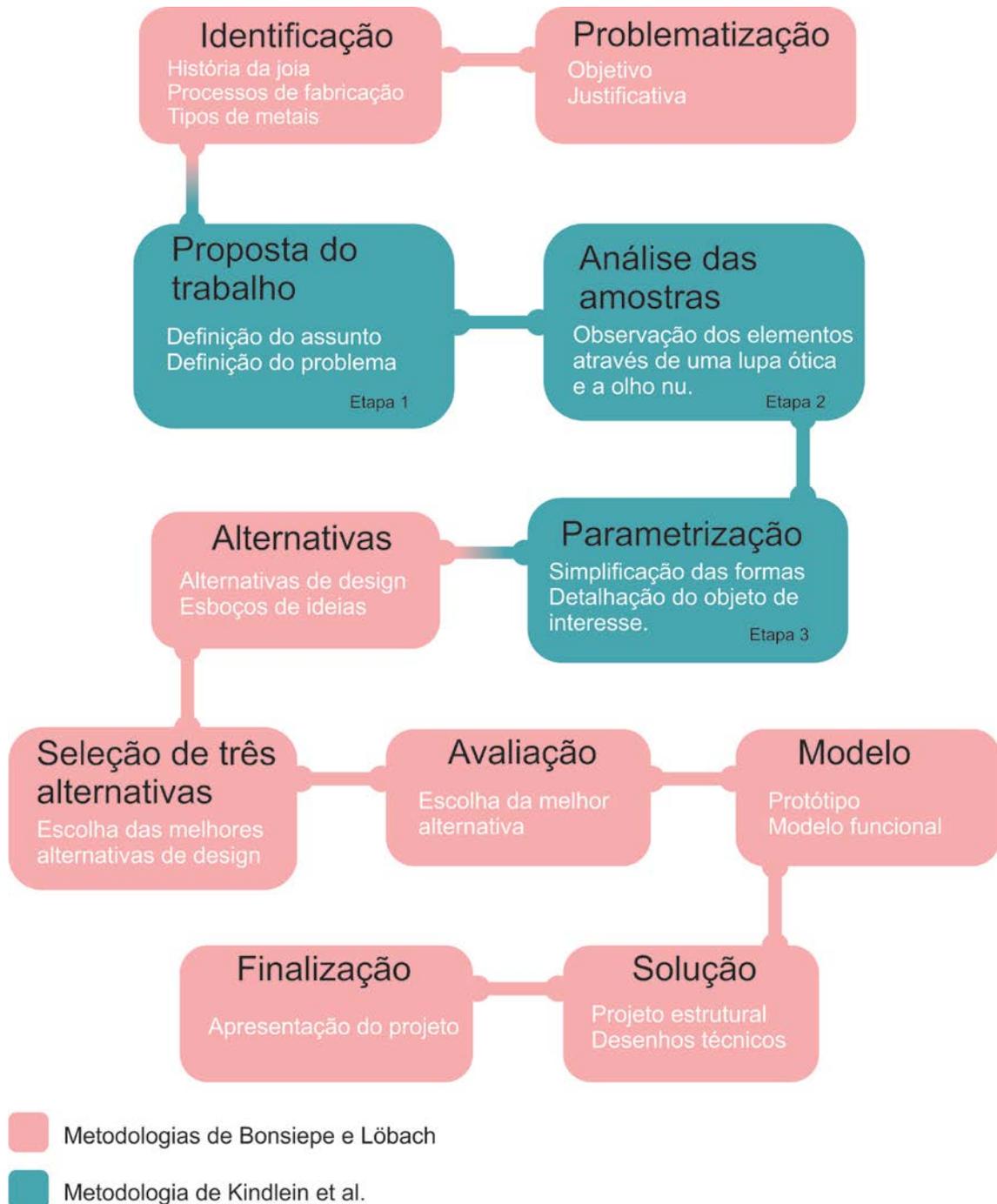
A seleção destes autores deu-se a partir das principais etapas que neles apresentam para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão.

Para a segunda etapa deste trabalho, a metodologia utilizada foi baseada nos autores Kindlein et al. (2002), esses autores desenvolveram uma metodologia para desenvolvimento de projetos específicos para a biônica. Kindlein et al. destacam:

“[...] no desenvolvimento de um produto torna-se necessária aplicação de uma metodologia, que visa orientar e capacitar o *designer* durante o processo de pesquisa, proporcionando a otimização para posterior utilização no projeto. A inserção da metodologia na Biônica permite a organização de etapas fundamentais que facilitam o andamento do estudo, proporcionando uma maneira lógica de agir” (KINDLEIN et al., 2002, p. 2).

Na Figura 1, consta o infográfico das metodologias de projetos realizadas segundo os autores Bonsiepe (1981), Löbach (2001) e os autores Kindlein et al. (2002), onde pode-se verificar todas as etapas propostas para esse trabalho.

Figura 1 - Infográfico da metodologia



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Assim a segunda etapa do trabalho consiste na observação das amostras. O foco na observação das amostras deu-se a partir da estrutura morfológica, da

organização das partes, suas estruturas, formas e texturas. Para a observação das amostras foi utilizado uma Lupa Ótica “[...] a utilização deste recurso possibilita visualizar detalhes da amostra com aumentos que facilitam a identificação de características relevantes ao estudo” (KINDLEIN et al., 2002, p. 3) e, por fim, realizada uma observação a olho nu, análise de aspectos gerais e detalhes de larga escala.

Para a terceira etapa foi feita a parametrização a partir das imagens obtidas, onde segundo a metodologia de Kindlein et al. (2002) é a simplificação das formas dos detalhes de interesse do elemento observado, nessa etapa foram parametrizados os quatro elementos naturais.

No final foi feita a aplicação projetual, usando as metodologias de Gui Bonsiepe (1981) e Bernad Löbach (2001). A fase do detalhamento está dividida em seis etapas que são: alternativas de *design*, esboços de ideias, escolha da melhor alternativa, projeto estrutural, desenhos técnicos, apresentação do projeto.

Na geração das alternativas foram feitos esboços de joias que compõem o elemento natural escolhido e as suas características. Depois dessa geração de alternativas foram selecionadas três opções que mais se encaixam com o objetivo do projeto.

Após a escolha da melhor alternativa juntamente com a empresa Sert, será apresentada na etapa seguinte o processo de fabricação das joias.

Para a etapa dos desenhos técnicos, foram projetadas as duas peças, vistas, medidas e juntamente com as especificações do projeto. Na etapa final foi apresentado o projeto.

3 JOIA

Neste capítulo será apresentado um referencial teórico com assuntos pertinentes ao tema do presente estudo. Serão versados conceitos fundamentais sobre a joia, os processos de fabricação e os diferentes tipos de acabamentos.

3.1 Joia

Segundo Modesto (2008) a palavra joia vem do latim “*jocale*”, que significa brinquedo. Esses produtos acompanham o homem há mais de quarenta mil anos, que serviam como objetos de ritualismo, adorno pessoal, símbolos de poder e amuletos de proteção. Demonstra-se aí a dimensão simbólica da joia.

“Antes de usá-las como peças de adorno, os homens atribuíam aspectos místicos as pedras, ao ouro e a prata. Mesmo com a revisão desses conceitos primitivos, permaneceu a simbologia desses materiais ao serem referenciais quanto à condição dominante do Estado e dos integrantes da classe nobre, através de coroas, brasões e moedas cunhadas” (CORBETTA, 2007, p. 13).

“O homem primitivo escolhia com cuidado o período para produzir peças de adorno, pois elas tinham como objetivo servir de amuletos de poderes mágicos e protetores” (VAZ, 2006, p. 22).

Löbach ressalta que:

“Na antiga sociedade de classes se distinguiam os produtos do estrato superior por um elevado luxo estético, que, naquela época, se traduzia em ornamentos. Hoje se consegue a impressão do incomum com um emprego de materiais valiosos ou com o uso de novos elementos estéticos” (LÖBACH, 2001, p. 98).

As joias por serem de uso pessoal, são usadas muitas vezes para marcar ocasiões importantes da vida das pessoas, acabam ficando de geração a geração, carregando muitos significados e valores subjetivos de afeto, estilo pessoal e estima (STRALIOTTO, 2009).

Segundo Gola (2008), a fabricação das joias e o seu uso tiveram várias mudanças no decorrer da história. Por isso, nos dias de hoje, pode-se considerar inovador o *designer* que sabe ajustar valores de arte e individualismo para com as necessidades do mercado, da indústria e do comércio.

Assim, podemos perceber a importância que tem a relação das joias para com o homem, suas relações de significados vão além de um entendimento de um simples adorno.

3.2 Processos de fabricação de joias

Segundo Salem (2000), as joias podem ser produzidas de duas formas: artesanalmente ou industrialmente. Os diferentes tipos de processos nos permitem escolher qual melhor se adapta para variadas exigências de diferentes tipos de públicos.

Para a fabricação das joias, temos os seguintes processos: soldagem, estamparia, fundição, fundição por cera perdida, prototipagem, entre outros processos. Na nossa atualidade, a fundição por cera perdida é a forma mais utilizada na joalheria e é também um dos processos mais rentáveis e rápidos para a produção em grande escala.

Nos próximos capítulos serão descritos três processos de fabricação realizados dentro da empresa Sert, sendo eles: soldagem, fundição por cera perdida e prototipagem; porém, também serão apresentados os processos de fundição e

estamparia, dois processos que também se destacam dentro das indústrias joalheiras.

3.2.1 Soldagem

Codina (2000) explica que o processo de soldagem consiste em uma união sólida entre metais. A soldagem é uma liga do mesmo metal a ser soldado para unir uma ou mais peças, sendo o processo mais utilizado para unir metais entre si. O ponto de fusão da solda é baixo, por isso, quando soldados usando-se um maçarico a solda se funde unindo as diferentes partes, criando assim uma só peça, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Soldagem com maçarico



Fonte: Adaptado de HEARTJOIA (2015).

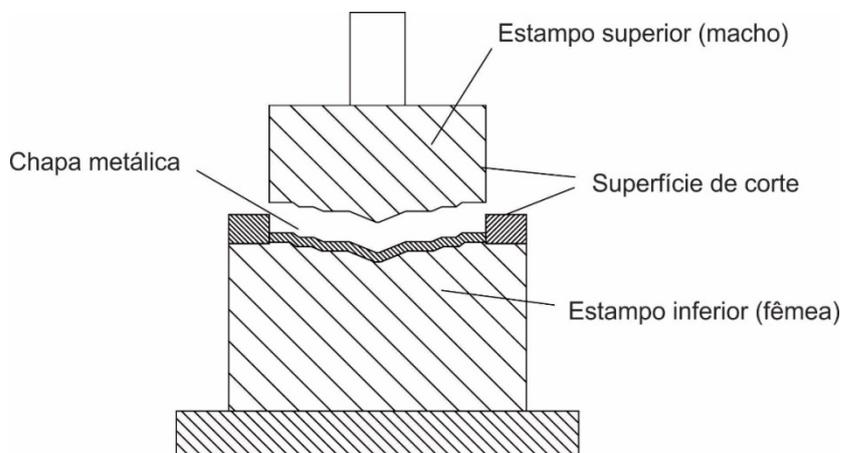
Segundo Kliauga e Ferrante (2009), na soldagem apenas a região da junta é aquecida. A fonte de calor para proporcionar a fusão localizada, deve ter toda a energia concentrada para que não exista o risco de fundir toda a peça, gerando o calor necessário para que ocorra a fusão e contrabalançar a perda de calor para as regiões mais frias vizinhas à junta.

3.2.2 Estamparia

Salem (2000) explica que o processo de estamparia consiste em imprimir desenhos em chapas metálicas. Este processo consiste em duas peças de aço temperado, um lado chamado macho e a outra fêmea, que com o auxílio de um maquinário específico para estamparia, as duas peças são pressionadas uma contra

a outra sendo que, entre o macho e a fêmea é colocada uma chapa com o metal desejado e espessura, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Estamparia



Fonte: Adaptado de Kliauga e Ferrante (2009).

Para Kliauga e Ferrante (2009), a qualidade da peça estampada depende muito da ferramenta, do encaixe entre as matrizes e do acabamento, assim como da simetria entre as duas ferramentas, que deve garantir que o metal seja comprimido de maneira uniforme. Para esse tipo de produção, pode-se produzir em grandes ou pequenas escalas, o custo da matriz é alto, porém se produzido em grande escala, o custo da produção reduz bastante.

3.2.3 Fundição

Para Salem (2000) o processo mais simples e mais barato para uma duplicação de uma peça é o processo de fundição, o qual consiste na união de dois metais ou mais pelo aquecimento com fogo. As peças unidas são colocadas dentro de um molde de gesso, em processo a vácuo. Com esse processo de fundição uma peça matriz é produzida, depois mais peças podem ser produzidas a partir dela.

Existem diferentes tipos de fundição sendo que, na joalheria, se destaca a fundição por cera perdida, explicada no item 3.2.3.1.

3.2.3.1 Fundição por cera perdida

Segundo Soares (2000), o processo de fundição é uma adaptação relativamente recente do processo “cera perdida”, que é usado desde a antiguidade na produção de utensílios domésticos e joias, apresentando vantagens como liberdade de formas, excelente acabamento e estreita tolerância dimensional.

Neste processo o modelista¹ faz o acabamento no protótipo em resina. Após o processo do acabamento manual do protótipo, a peça é usada para fazer o molde de silicone, o qual é cortado com o auxílio de um bisturi que é iniciada junto a base de injeção da cera e segue contornando a linha média do molde e é retirada a peça de resina, assim pode-se injetar a cera nesse molde de silicone e reproduzir ela em série (GENESIS JOIAS, 2009, texto digital).

Para Kliauga e Ferrante (2009), as borrachas de silicone possuem muitas vantagens, elas são muito mais resistentes à temperatura e baixa oxidação, a sua velocidade de envelhecimento é menor, elas dão mais reprodução aos detalhes e são mais fáceis de cortar.

De acordo com Vaz (2006), o processo de fundição por cera perdida pode ser produzido em um curto período de tempo e possui um baixo custo quando comparado ao da produção artesanal, não havendo perdas.

Após a confecção do molde em silicone as peças são injetadas e agrupadas em uma “árvore”, ou seja, um bastão de cera semelhante a um caule de árvore por isso o seu nome. Todas as peças são unidas no caule fixadas por um cabo, chamado “gito”, de acordo com a Figura 4.

¹ Profissional que cria o protótipo original a partir do desenho. Faz o acabamento em matrizes, sendo elas em resina, cera ou metal. (GENESIS JOIAS, [2009], texto digital).

Figura 4 - Árvore com modelos de cera

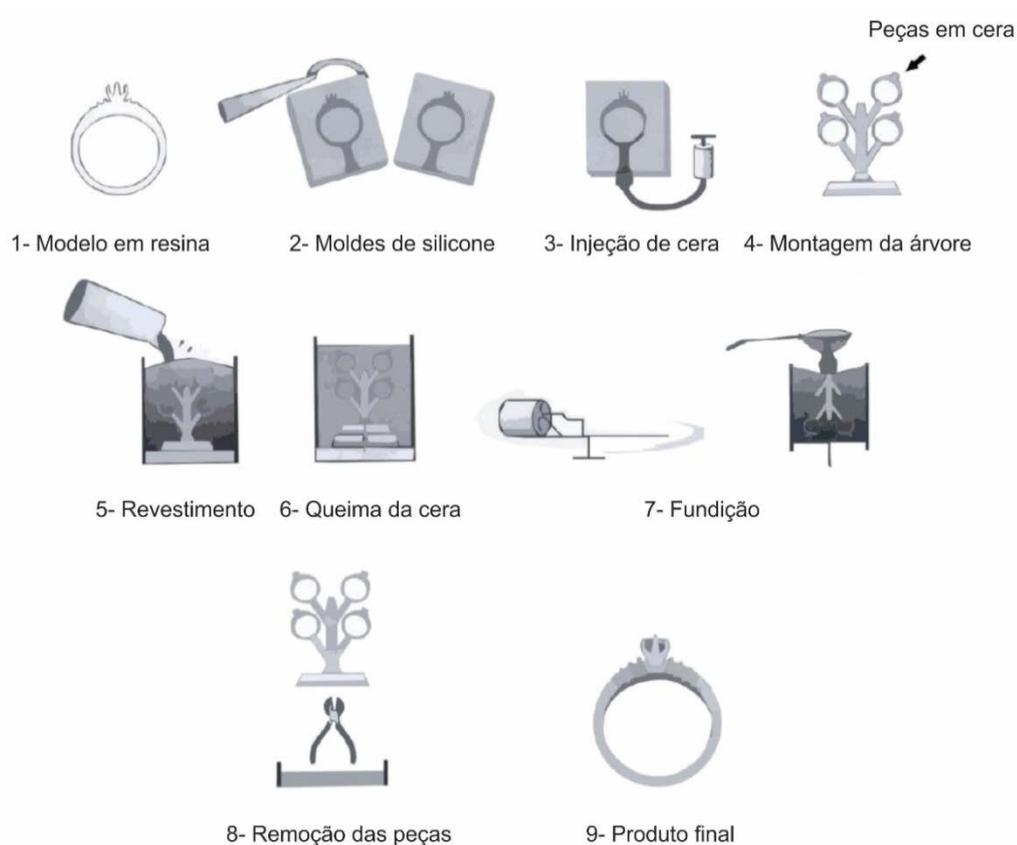


Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Depois que a árvore é montada, ela é colocada dentro de um cilindro de ferro envolvendo-o com uma fita crepe, logo após é despejado o gesso até a borda do cilindro. O gesso é endurecido e levado a um forno em alta temperatura, no qual a cera derrete e escorre para fora do gesso, então tem um molde interno das peças. É despejado metal líquido dentro desse cilindro com um equipamento a vácuo, o gesso é dissolvido e retiram-se as peças da árvore em metal. As peças da árvore são cortadas dos gitos e lixadas.

Após, as peças são levadas até a máquina de polimento, porém, peças que apresentam uma grande área lisa não podem passar pro esse processo e então, são enviadas para o setor de polimento manual, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Esquema do processo de fundição por cera perdida



Fonte: Adaptado de Kliauga e Ferrante (2009).

3.2.4 Prototipagem

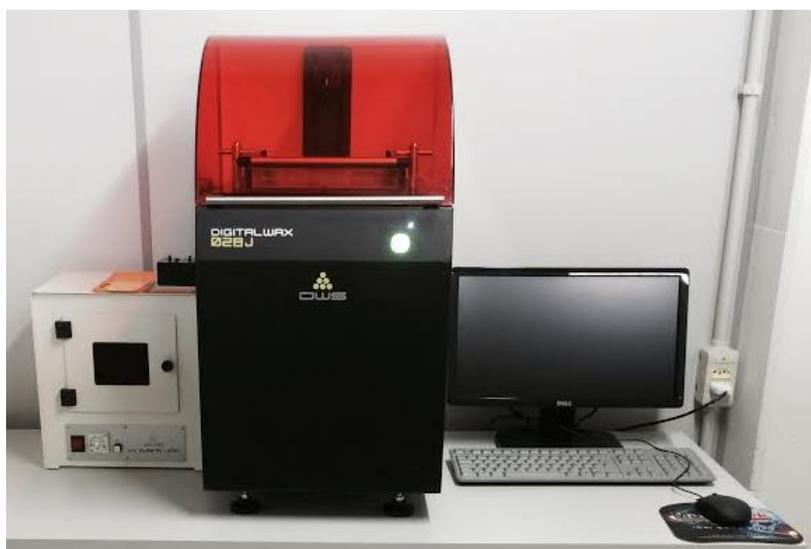
A joalheria ainda utiliza muito processos manuais, o modelista esculpia o desenho manualmente a partir de um bloco de cera e era formada a joia, porém com os avanços tecnológicos das prototipagens esses trabalhos manuais acabaram ficando de lado.

“O setor joalheiro nacional incorporou recentemente algumas tecnologias que agilizam o processo de construção de protótipos e detalhamento de projetos, tais como fresadoras de alta velocidade, sistemas de prototipagem rápida e softwares 3D, objetivando otimizar o processo de confecção e desenho de seus produtos. [...]” (VOLPATO et al., 2007, p. 201).

Prototipagem é o processo de feitura de protótipos tridimensionais produzidos em diferentes materiais para serem reproduzidos posteriormente em diversos materiais. A prototipagem pode ser feita de duas formas, manualmente ou através

da prototipagem rápida (FIGURA 6), auxiliada pela modelagem computadorizada (LESKO, 2004).

Figura 6 - Máquina de prototipagem DWS028



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Segundo Benz e Magalhães (2002), existem diversos tipos de prototipagens rápidas para a confecção de protótipos em resina. Esse tipo de processo utiliza dados digitais em CAD que servem de conversão de materiais e compósitos plásticos líquidos em secções sólidas.

Os sistemas CAD (*Computer Aided Design*) e CAM (*Computer Aided Manufacturing*) trouxeram um grande avanço tecnológico e grandes benefícios na área do *design* de joias. A maior contribuição do uso destes sistemas ocorreu na modelagem dos produtos e componentes, e no detalhamento de seus desenhos (WINKLER, 2008).

Para Nishimura (2014), através da prototipagem rápida é possível desenvolver projetos de alta complexidade e com uma alta precisão. As peças podem ser produzidas em um pequeno tempo. Assim, com o auxílio da prototipagem, podemos garantir mais agilidade e precisão que o trabalho manual. Para Benz e Magalhães (2002), hoje existem poucos *designers* de joias que possuem acesso às tecnologias de modelagem 3D e prototipagem em pesquisas. Existem poucas pesquisas internacionais e instituições de ensino, que buscam

possibilidades de formas e harmonias para a joalheria através das novas tecnologias para o desenvolvimento de novas criações.

Para Volpato et al. (2007), os processos de prototipagem rápida existentes hoje do mercado são um conjunto de cinco etapas: criação do modelo em CAD do objeto projetado; conversão do arquivo CAD em STL, adequado para esterolitografia; fatiamento do STL em camadas transversais; construção física do modelo, juntado as camadas; limpeza e acabamento da peça.

Os desenhos são realizados com o auxílio de *softwares* de desenhos 3D, como por exemplo, o Rhinoceros. Após a execução do projeto o desenho é “fatiado” para se obter as curvas de níveis que serão usadas pelas tecnologias de prototipagem rápida para gerar uma peça física, camada por camada (VOLPATO et al., 2007). A construção da peça para determinadas máquinas de prototipagem é feita através de pequenos suportes, que servem para sustentar a peça, os quais são retirados com um alicate e é feito o acabamento com lixas finas. A partir disso, são feitos todos os processos, desde o acabamento da matriz, molde de silicone, injeção de cera e fundição para chegar ao produto final, mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Anel prototipado



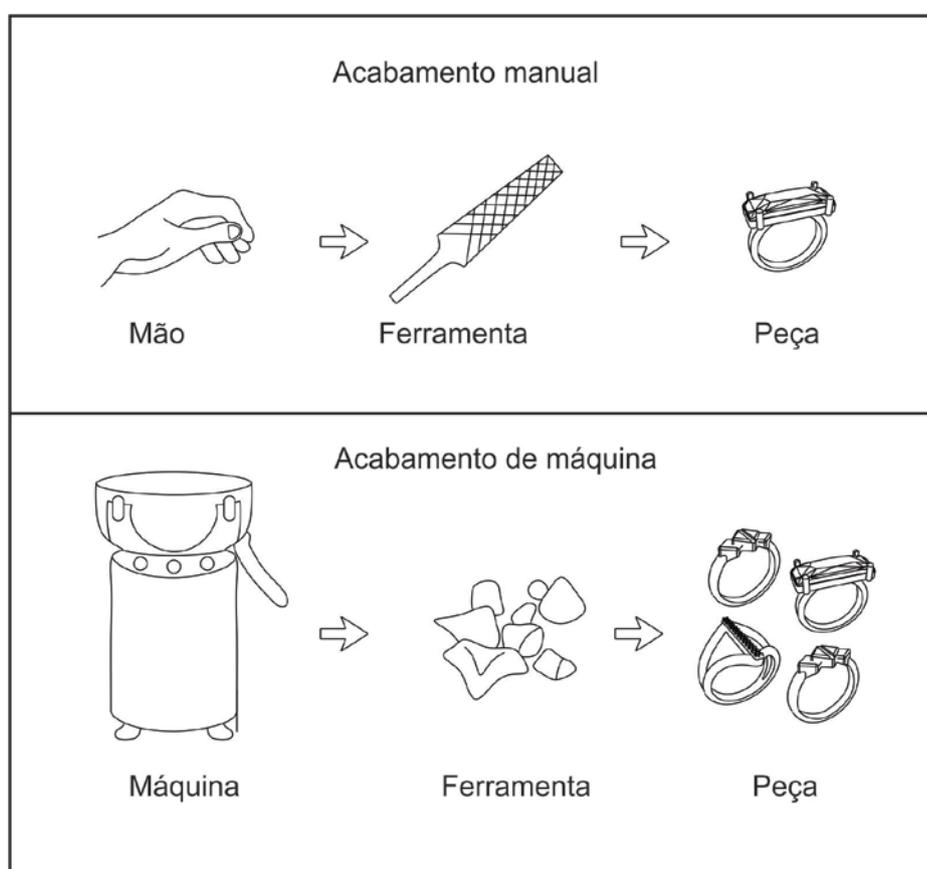
A - Desenho 3D. B - Anel com os suportes. C - Anel sem os suportes. D - Produto final em bruto.
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

3.3 Acabamentos

Os processos de acabamentos podem ser realizados de duas formas: acabamento manual, realizados peça a peça; e o acabamento de máquina, que na verdade é o tipo de acabamento feito em grande quantidade, conforme a Figura 8 nos mostra.

Segundo Salem (2000), o acabamento nas superfícies de uma joia é a etapa final no processo, pois ele dará a cor da peça ou a textura da superfície.

Figura 8 - Acabamento manual e acabamento de máquina



Fonte: Adaptado de Alzamora (2005).

A empresa Sert, foco de estudo deste trabalho, utiliza exclusivamente o acabamento polido em sua produção. Contudo, há uma grande diversidade de acabamentos que são utilizados na indústria joalheira, entre eles se destacam o acabamento polido, o acetinado, o craquelado, as gravações, a esmaltação e o acabamento martelado, os quais serão apresentados nos próximos capítulos.

3.3.1 Acabamento polido

O polimento manual é utilizado para as peças que exigem mais cuidados e o acabamento mecânico para peças que não exigem tanto brilho (LISBÔA, 2011). O acabamento polido é o único processo utilizado na empresa Sert. Para os acabamentos à mão é feito um trabalho minucioso com lixas, massas de polimento e escovas o que garantem um brilho iluminado e intenso, conforme a Figura 9 nos mostra.

Figura 9 - Anel de latão folheado com zircônias



Fonte: Sert Joias (2014).

3.3.2 Acabamento escovado

Acabamento escovado é obtido através da utilização de escovas abrasivas e, segundo Vaz (2006), esse acabamento pode ser acentuado ou delicado, linear ou circular, que varia conforme a ferramenta utilizada na texturização, de acordo com a Figura 10 nos mostra. Esse tipo de acabamento é parecido com o lixado, porém suas ranhuras são suaves e sua superfície do tem aspecto fosco.

Figura 10 - Anel de ouro com diamantes



Fonte: Vivara (2015).

3.3.3 Acabamento acetinado

O acabamento acetinado é intermediário entre o polido e o escovado, suas variações podem ir do mais fraco ao mais forte e é obtido por meio de um jato de areia (LISBÔA, 2011). É um tipo de acabamento que resulta em uma superfície lisa, ela não é polida, todavia apresenta um aspecto de lixado bem suave, conforme a Figura 11 nos mostra. O acetinado é bem parecido com o acabamento escovado, porém observado bem de perto nota-se a diferença entre esses dois trabalhos.

Figura 11 - Anel de ouro acetinado



Fonte: H.Stern (2015).

3.3.4 Acabamento craquelado

Feito em uma chapa de metal de formas irregulares, o acabamento craquelado confere à aparência de pequenas rachaduras, é montada em degraus com a sobreposição de pedaços de metais de diferentes tamanhos e espessuras (JOIAS IN VOGUE, 2014, texto digital). Esse tipo de acabamento é diferenciado e passa um aspecto de rústico a peça, conforme a Figura 12.

Figura 12 - Bracelete



Fonte: InfoJoia (2011).

3.3.5 Acabamento com gravações

Esse tipo de técnica é feito a partir de uma ferramenta específica, podem ser buril² ou produtos químicos que corroem o metal criando inscrições ou desenhos (LISBÔA, 2011). Essas gravações são bastante utilizadas em alianças para gravar nomes, conforme a Figura 13 nos mostra.

Figura 13 - Aliança de casamento gravada



Fonte: Cartier (2015).

3.3.6 Acabamento com esmaltação

De acordo com Codina (2000) a técnica de esmaltação consiste na fundição do vidro colorido sobre a superfície do metal. Esse processo é feito com esmaltes de base vítrea e óxidos metálicos, que são derretidos no fogo com uma alta temperatura e se aderem ao metal, produzindo diferentes resultados, representado na Figura 14.

Figura 14 - Pingente esmaltado



Fonte: Vivara (2015).

² Instrumento de aço cuja ponta cortante em V é usada para gravar em metal ou madeira para compelir traços afilados (DICIONÁRIO INFORMAL, 2016, texto digital).

3.3.7 Acabamento martelado

Martelado é o resultado de um acabamento feito com uma ferramenta chamada martelo, que faz pressão sobre o metal, conforme a Figura 15. Essa textura confere à peça uma aparência desgastada e rústica (LISBÔA, 2011).

Figura 15 - Anel martelado



Fonte: I. Reiss (2015).

4 A EMPRESA

A Sert Artefatos de Metais Ltda., é uma empresa do ramo de joias em bruto, ou seja, peças que não são banhadas. A empresa é situada no município de Guaporé, no Estado do Rio Grande do Sul e iniciou as suas atividades em 15 de setembro de 2013. Atualmente ela produz cerca de 10 mil peças por mês, entre anéis, pulseiras, brincos e pingentes, conforme mostrado na Figura 16.

Figura 16 - Projetos realizados dentro da empresa Sert



A - Anel. B - Pulseira. C - Brinco. D - Pingente.
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

A sua linha de produção é de joias em bruto, produzidas em latão, uma liga metálica composta por cobre e zinco, para a produção de suas peças, a empresa conta com 15 funcionários, divididos em setores de escritório, expedição, polimento, fundição, cravação e injeção de cera, e distribui seus produtos para diversas regiões do Brasil.

4.1 Materiais utilizados na empresa Sert

Os metais mais trabalhados em joalherias são o ouro, a prata, o cobre, a platina, o paládio e o titânio, podendo também fazer o uso de materiais alternativos.

Para Löbach (2001), a criação de um novo produto não é a consequência de apenas ideias estéticas do *designer*, mas também os diversos tipos de processos econômicos e os diferentes usos de materiais.

Neste capítulo serão apresentados os materiais utilizados frequentemente na empresa Sert na fabricação das suas joias em bruto, o latão e prata.

4.1.1 Latão

O latão é uma liga de cobre e zinco (LIMA, 2006) e, a ela, podem ser adicionados outros elementos. Porém, à medida que a proporção do zinco é alterada, a sua coloração avermelhada, que é típica do cobre, tende ao amarelado. As suas aplicações são bem variadas; peças decorativas, elementos de fixação, tubulações frias ou quentes, joalheria.

O latão possui vantagens, quanto ao custo baixo, facilidade de acabamentos, obtendo brilho com uma grande capacidade, e ainda possui uma alta resistência à tração, que pode auxiliar nos processos de laminação³ e estamparia, não trincando ou rachando o metal durante os processos que exigem mais força.

Porém, para Testa (2012), o latão não apresenta uma camada defensora, o que pode oxidar a peça quando for exposta ao ar livre ou ao vapor d'água.

³ Processo no qual se modifica a geometria/dimensões de um corpo metálico pela passagem entre dois cilindros laminadores (SISTEMAS EEL, [2016], texto digital).

4.1.2 Prata

Segundo Lima (2006), a prata é um metal nobre, possui uma cor branca e com brilho intenso. O seu uso pode ser bem diversificado, como revestimentos, produtos hospitalares, aparelhos eletrônicos, soldas, moedas, próteses dentárias, espelhos e refletores e a joalheria. Os processos mais comuns dentro das joalherias são: corte, repuxo, estampagem, laminação, soldagem, colagem, fundição, porém o único processo feito para a prata dentro da empresa Sert é a fundição por cera perdida, explicada no item 3.3.3.1

A prata em seu estado puro é muito maleável. Para a maioria das aplicações, ela é misturada frequentemente a outros metais para alterar as suas propriedades mecânicas e em geral, é ligada ao cobre (LISBÔA, 2011).

Kliauga e Ferrante (2009), explicam que a prata sofre oxidação conforme o tempo, também quando em contato com produtos químicos, porém essa oxidação é superficial, não afeta a qualidade da joia, podendo ser facilmente removida.

5 BIÔNICA

A biônica estuda a análise de elementos naturais, e visa analisar e recuperar soluções funcionais, podendo aplicar na solução de algum problema humano (BROECK, 1995). Já para Benyus (2007, p. 10), a biônica ou “biométrica é a imitação consciente da genialidade da vida. Inovação inspirada pela natureza”.

Dapper (2013) explica que “a biônica vem a ser uma ferramenta de grande importância para a solução de problemas projetuais, como uma abordagem para o aperfeiçoamento do *design* convencional”.

A biônica contribui para estimular a nossa criatividade, também, nos ajuda a buscar soluções para problemas existentes na área de desenvolvimentos de produtos.

A biônica além de ser uma atividade que contribui para estimular a criatividade, a biônica enquanto ciência busca o entendimento dos fenômenos naturais, objetivando recuperar ideias e soluções para resolver problemas técnicos, a biônica contribui em três formas interdependentes: na determinação da melhor forma; na definição de princípios de solução adequados para as funções desejadas; na redução da quantidade de materiais necessários (RAMOS; SELL, 1994).

Vinci (2004), afirma:

“A genialidade do homem faz várias invenções, abrangendo com vários instrumentos o único e mesmo fim, mas nunca descobrirá uma invenção mais bela, mais econômica ou mais direta que a natureza, pois nela nada falta e nada é supérfluo” (VINCI, 2004).

Segundo Broeck (1995), podemos encontrar nas propriedades dos elementos naturais as seguintes funções: proteção, elasticidade, locomoção, mimetismo, sustentação, textura, estrutura, agarre, filtragem, entre outros. Na Figura 17 são mostrados exemplos de estruturas.

Figura 17 - Exemplos de soluções encontradas na natureza



Fonte: Adaptado de Broeck (1995).

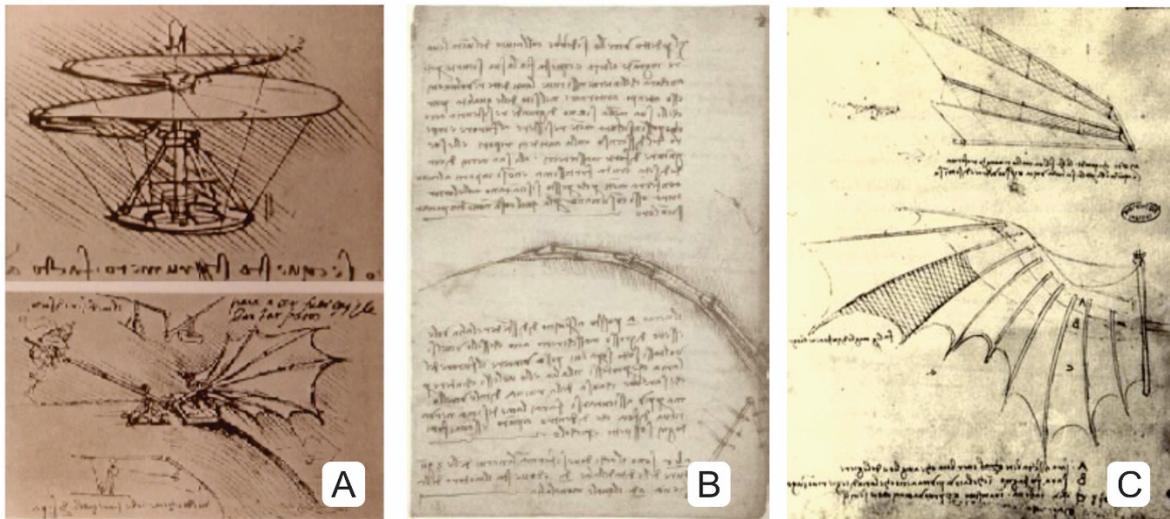
De forma direta ou indireta o ser humano sempre encontrou inspiração na natureza para a solução de seus problemas cotidianos.

O homem passou a buscar essas informações desde os tempos mais primitivos. Segundo Ramos e Sell (1994), os modelos de habitação, as ocas eram parecidas com os ninhos dos pássaros, as pontas dos arpões eram parecidas com um ferrão de insetos e espinhos de plantas.

Para Broeck (1995), o homem observava as texturas dos vegetais e os ninhos dos pássaros, isso o inspirou na criação do seu ambiente e logo após, isso o inspirou a criar fibras naturais na confecção de tecidos.

No século XV, Leonardo da Vinci percebeu analogias na natureza, observando essa coerência, Vinci demonstrou interesse nas estruturas dos pássaros, logo começou a desenvolver projetos, experimentações e desenhos. Quando projetou a máquina voadora, imitou as estruturas dos pássaros de uma maneira tão precisa que praticamente é quase igual ao voo das aves. Chamou a sua máquina voadora de Ucello, que significa pássaro, conforme a Figura 18.

Figura 18 - Máquina voadora

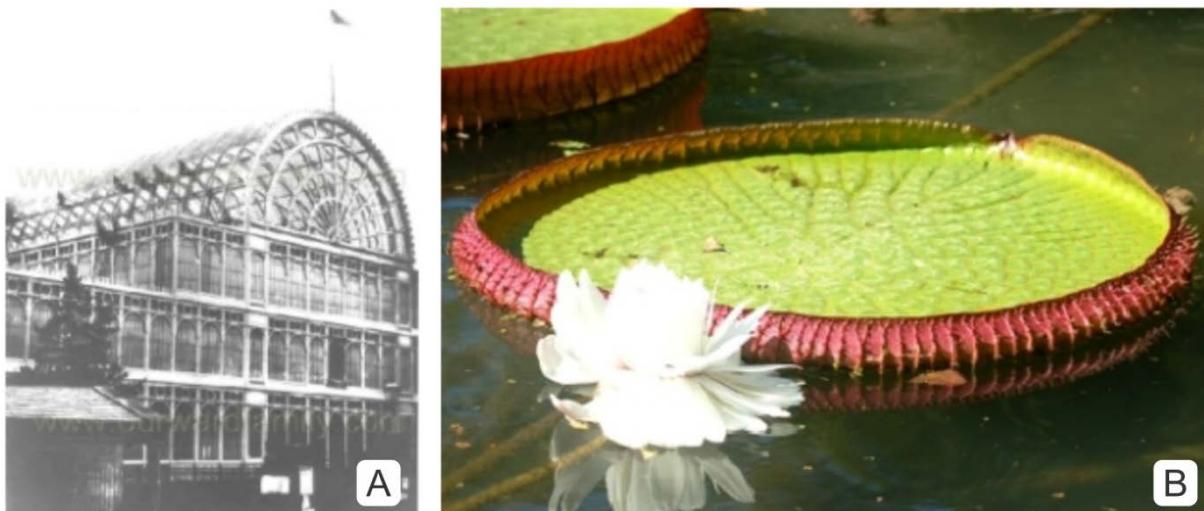


A - Desenhos e esboços. B - Estudo da asa mecânica. C - Estudo e esboços da asa mecânica.
Fonte: A (BROECK 1995); B (CAPRA, 2008); C (DAVINCI, 2016, texto digital).

A biônica é também uma grande fonte de inspiração para projetos arquitetônicos. Em 1850, Sir Joseph Paxton projetou o Crystal Palace, a sua inspiração foi desenvolvida a partir das estruturas das folhas da planta Vitória Régia, conforme a Figura 19 (RAMOS; SELL, 1994).

Ramos e Sell (1994), afirmam que “este projeto teve uma influência significativa nos conceitos de espaço e luz na arquitetura e foi também o precursor dos modernos métodos de construção e montagem pré-fabricadas”. Assim, Paxton utilizou as nervuras da planta como uma fonte de inspiração para projetar um palácio. O Crystal Palace encontrava-se no Hyde Park em Londres na Inglaterra, depois se mudou para outra área de Londres e incendiou em 1936.

Figura 19 - Planta Vitória Régia



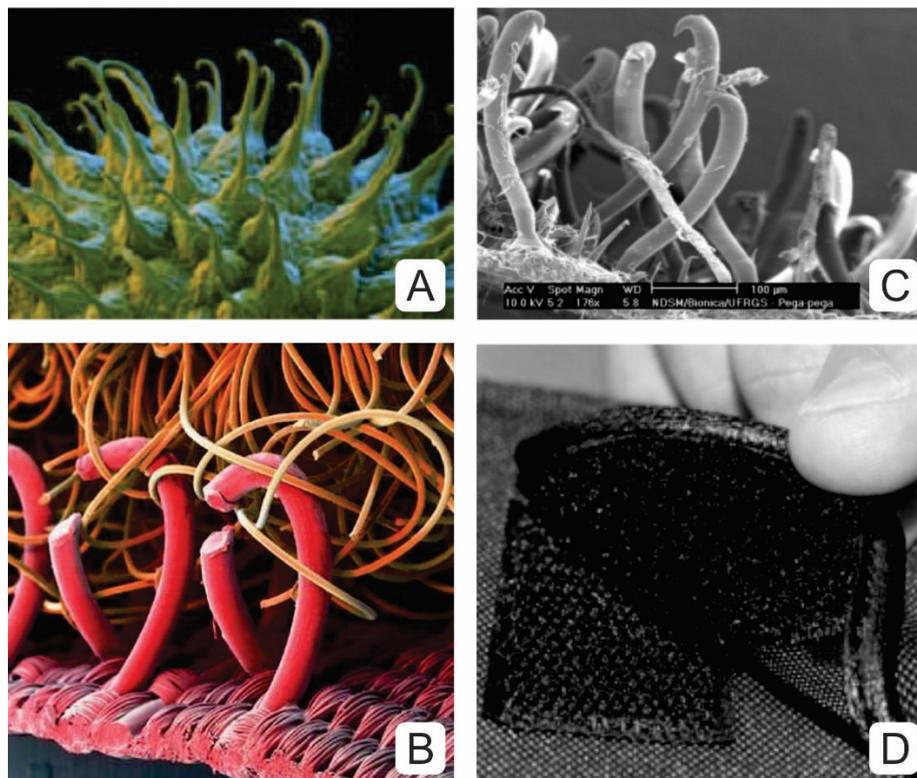
A - Fachada do Crystal Palace. B - Planta no habitat natural.
Fonte: Broeck (1995).

Segundo Bartolo (1995), o importante é buscar inspiração e interpretar, e não copiar a natureza, verificando assim o funcionamento, a sua estrutura e as suas propriedades. Muitos produtos até hoje criados, foram baseados na biônica, como exemplo, o Velcro.

A criação do Velcro também foi inspirada a partir da natureza. Georges de Mestral, em 1948 baseou-se no funcionamento da semente do carrapicho. O seu nome originou da junção de duas palavras francesas: *Velours* (que significa veludo); e *Crochet* (que significa gancho), detalhado na Figura 20.

Segundo Lacerda, Soranso e Fanguero (2012), essa invenção é considerada um dos primeiros projetos inspirados na biônica na engenharia têxtil, da qual usa a forma e a mecânica de um corpo de adesão a fechamentos.

Figura 20 - Invenção do Velcro



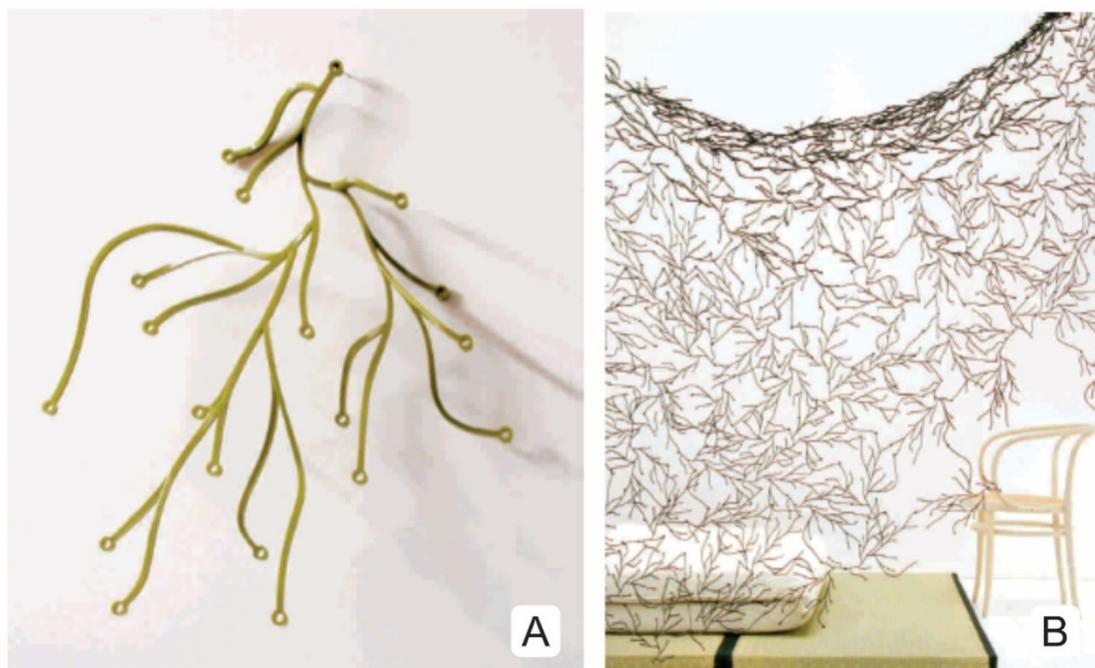
A - Semente do carrapicho. B - Os ganchos que aderem a fios e tecidos. C - Semente do carrapicho observado pelo microscópio, filamentos parecidos com ganchos. D - Produto final.

Fonte: A (BROECK, 1995); B (PROYECTO PROFUNDIZA, 2012); C (KINDLEIN et al., 2002); D (KINDLEIN et al., 2002).

A biônica também é utilizada para o desenvolvimento do *design* de superfície, onde a superfície deixa de ser apenas uma simples aplicação e passa a fazer parte do próprio objeto.

Ronan e Erwan são *designers* franceses que trabalham juntos desde 1992 e trabalham com *design* de produtos, experimentando texturas, materiais e sensações. Podemos encontrar interação com o público em todos os seus projetos de *design* de superfície (BONIFÁCIO, 2012, texto digital). Ronan Bouroullec e Erwan Bouroullec (2004) desenvolveram elementos de poliamida injetada inspirados em plantas e algas marinhas, que ao se juntarem podem formar paredes móveis, esculturas divisórias e até mesmo como cortinas, detalhado na Figura 21.

Figura 21 - Algas



A - Conectores que permitem ser unidos. B - Superfície formada por estruturas vazadas em forma de rede.

Fonte: Ruthschilling (2008).

A natureza nos proporciona diversas fontes de inspirações que podemos aplicar no desenvolvimento de novos produtos, sendo um destes meios as indústrias de joalheria. Será apresentada uma relação entre a biônica e a criação de joias no item 5.1.

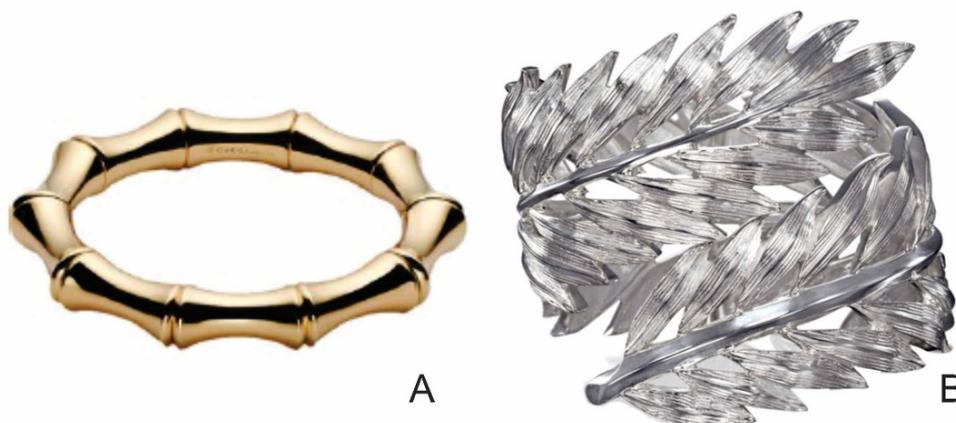
5.1 Biônica e o *design* de joias

Para Ramos e Sell (1994), a biônica contribui no estímulo da criatividade, na ciência que rastreia a compreensão de fenômenos naturais, procurando recuperar princípios e soluções para resolver problemas na técnica. A contribuição da biônica ocorre em três questões interdependentes: na determinação da melhor forma, na redução da quantidade de materiais necessários e na definição de princípios de solução adequados para as funções desejadas.

“A biônica insere-se nesse cenário como uma ferramenta alternativa para o *designer*, pois é uma ciência multidisciplinar que pesquisa, nos sistemas naturais, princípios, propriedades e seus mecanismos com o objetivo de aplicá-los no desenvolvimento de novos produtos ou para solucionar problemas técnicos existentes na projeção” (KINDLEIN et al., 2002).

É possível encontrar diversas joias inspiradas na natureza, utilizando da forma, textura, estrutura de plantas ou qualquer outro tipo de elemento natural. Na Figura 22 podemos ver que a marca Gucci usou como fonte de inspiração os detalhes da planta do bambu para dar forma à joia. A coleção Flora Brasil, da Natan Joias, usou como fonte de inspiração os detalhes da planta da palmeira para dar forma ao bracelete, símbolo do Império do Brasil em meados do século XIX.

Figura 22 - Braceletes

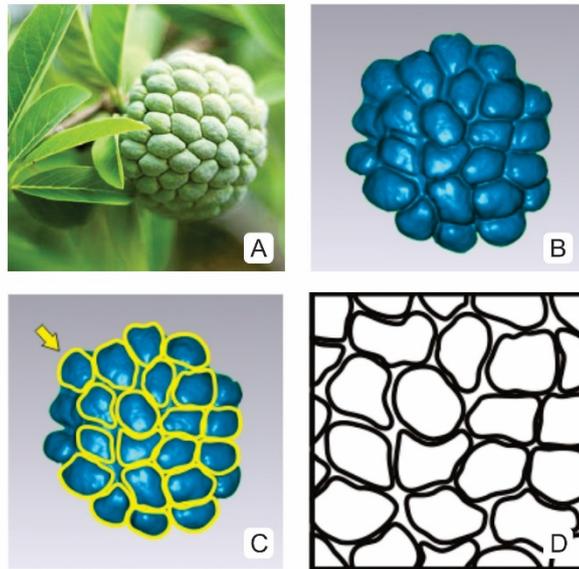


A - Inspirado no bambu. B - Inspirado na palmeira.
 Fonte: A (GUCCI, 2015); B (RAMO JOALHEIRO, 2009).

A natureza nos proporciona diversas fontes de inspirações, cursos de *design* atualmente têm desenvolvido estudos com esse tema. Nessa pesquisa utilizamos o artigo do curso de Mestrado da UFRGS “Textura natural aplicada em couro para joalheria: fruta-do-conde” como fonte bibliográfica, de SILVEIRA (2010). Nesse caso, o elemento natural escolhido foi a *Annona coriácea*, mais conhecida popularmente no Brasil com fruta-do-conde.

Para o desenvolvimento do trabalho de Silveira (2010) foi utilizado o método de digitalização tridimensional através de um scanner 3D, posteriormente foi escolhida uma vista para a criação do módulo de repetição, em seguida foram vetorizados os gomos da fruta em formato *rapport*, detalhado na Figura 23.

Figura 23- Elemento natural



A - Fruta-do-conde. B - Digitalização tridimensional. C - Vetorização dos gomos da fruta. D - Módulo de repetição.

Fonte: Silveira (2010).

O módulo desenvolvido a partir da textura da fruta foi aplicado no couro, gerando uma coleção de joias com a textura da fruta aplicada como *design* de superfície (FIGURA 24). A pesquisa aliada à biônica facilitou o desenvolvimento das joias, agregando um diferencial no produto final.

Figura 24 - Peças desenvolvidas



Fonte: Silveira (2010).

Portanto, para o setor joalheiro pode-se desenvolver diversos projetos a partir da observação da natureza, textura dos répteis, estrutura das plantas e animais para o desenvolvimento de novas joias diferenciadas, agregando mais valor ao produto final e se destacando das já existentes no mercado.

5.2 Elementos naturais para possíveis estudos visando projeto de joia

Para esse projeto foram pesquisados elementos naturais que possuíssem texturas diferenciadas. As análises morfológicas dos elementos escolhidos foram realizadas no Laboratório de Luparia do Centro Universitário UNIVATES, por meio de microscópios estereoscópicos e com o auxílio de uma câmera fotográfica.

Estes elementos podem ser encontrados na natureza facilmente. Para esse trabalho foi escolhida a abelha europeia, a palmeira leque-chinês, a planta da Sálvia e o melão Gália. A natureza é tão diversificada que podemos encontrar inspirações em qualquer espécie, por isso a escolha de um inseto, duas plantas e uma fruta.

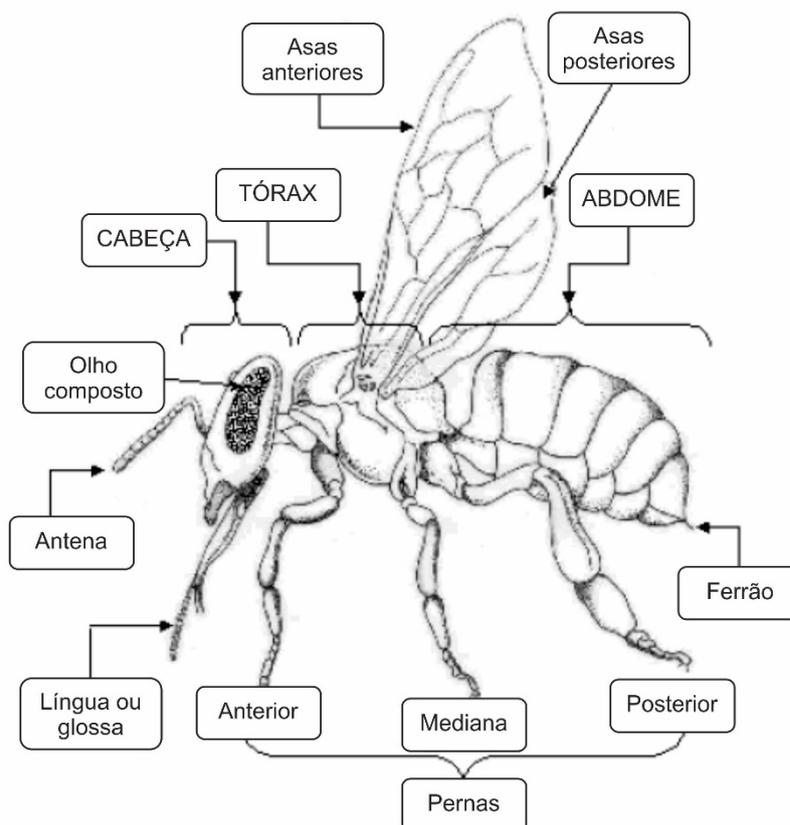
5.2.1 Abelha Europeia

As abelhas são conhecidas há mais de 40.000 anos, elas vivem em colônias e são de grande importância na polinização das flores, ajudando na agricultura, produção de mel, cera, geleia real, própolis. Existem mais de 20 mil tipos de espécies de abelhas conhecidas no mundo, muitas dessas espécies vivem sozinhas, porém a abelha *Apis mellifera* vive em sociedade e é uma das espécies mais conhecidas do mundo (CARVALHO, 2010), essa espécie divide-se nas seguintes funções, as operárias, as rainhas e os zangões. As operárias são fêmeas estéreis, as rainhas são fêmeas férteis e os zangões são machos férteis.

A abelha europeia é pertencente à ordem *Himenópteros*, mesmo grupo das vespas e formigas, e na família *Ápidae*, sendo subdividida em três subfamílias: *Anthophorinae*, *Xylocopinae* e *Apinae* (BORROR; DELONG, 1988).

Seu corpo é dividido em três partes: cabeça, tórax e abdome. O foco deste estudo será a subfamília *Apinae*, onde se encontram as abelhas europeias, conforme na Figura 25.

Figura 25 - Anatomia da abelha europeia, *Apis mellífera*



Fonte: Adaptado Snodgrass (1956) apud Carvalho (2010).

Borror e Delong (1988) explicam que os materiais para a construção dos Apini é a utilização de cera que é fabricada pelas abelhas e às vezes produzem resina. Os favos são verticais e as células são construídas em formas hexagonais.

As abelhas possuem uma “linguagem” bem interessante, quando uma abelha operária descobre uma flor nova e com um bom néctar, ela chega até a colmeia e “avisa” o restante das abelhas sobre essa nova fonte de alimento; o tipo de flor, a distância da colmeia até a nova fonte de alimento e a sua direção em relação ao sol (Borror e Delong, 1988).

Os zangões possuem asas grandes e estruturadas, e a sua musculatura de voo é mais desenvolvida, por isso esses aspectos dão uma orientação maior, noção

e rapidez para a localização das abelhas rainhas virgens durante os seus voos nupciais, também podemos notar os desenhos das nervuras das suas asas, traços diferenciados e vistosos, conforme a Figura 26.

Figura 26 - Detalhe das asas anteriores e posteriores da abelha europeia



Fonte: Da autora (Imagem obtida pela autora através da Luparia com uma Câmera Sony HX100V.)

As asas das abelhas apresentam uma estrutura com nervuras interessantes, traços possíveis para o desenvolvimento de um novo produto, transformando os seus atributos naturais em um possível projeto.

5.2.2 Palmeira-leque-chinês

Segundo Backes e Irgang (2004), as palmeiras leque-chinês são provavelmente uma das palmeiras mais cultivadas com folhas em leque (FIGURA 27), podem ser cultivadas em pleno sol ou em vasos como planta de interior. O seu nome popular é leque-chinês, *latania*, da família *Palmae*. O uso dessa palmeira pode ser ornamental para ruas, parques, jardins e praças.

Para Kobori (2006), a *Livistona chinensis* é originária do continente asiático, é bastante difundida no Brasil, embora muito conhecida e utilizada para paisagismo em jardins, existem poucas informações na literatura sobre sua disseminação.

A *Livistona chinensis* é rústica e pode suportar bem o clima, as suas sementes germinam com facilidade, por isso a sua espécie torna-se surpreendente em determinadas situações. Essa planta apresenta um crescimento lento, é uma palmeira monoica de 5-15 m de altura, que possui o caule solitário, anelado, ereto, com poucos remanescentes da base das folhas na região apical, a sua frutificação é feita durante os meses de inverno, ela prolifera por sementes, que a cada 70 dias brotam. É uma espécie que se adapta bem a climas áridos e a meia sombra. (KOBORI, 2006).

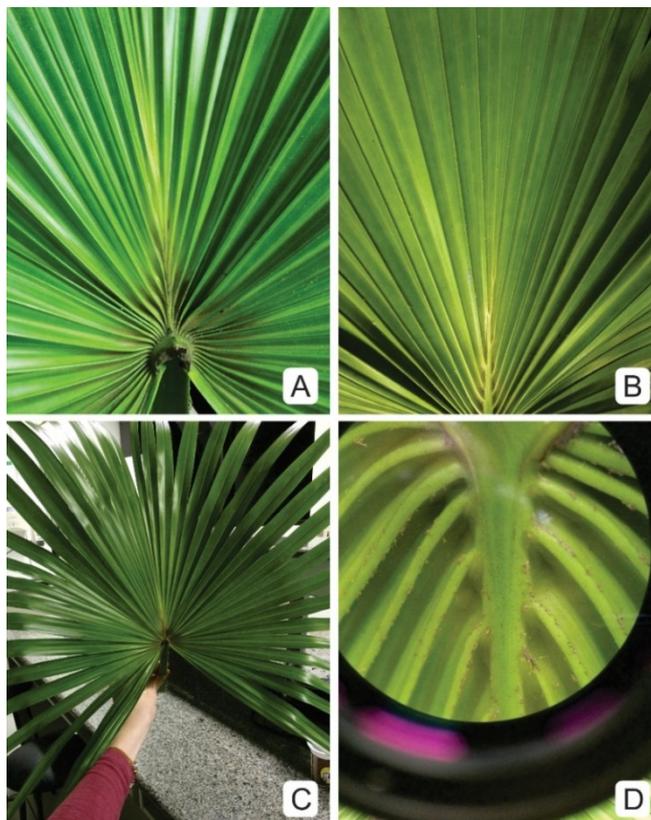
Figura 27 - Palmeira *Livistona chinensis* na fase adulta



Fonte: Kobori (2006).

As suas folhas possuem formato de leque (FIGURA 28) com seguimentos divididos até a metade, as suas pontas são pendentes e os seus pecíolos são espinhosos, que podem medir até 2m de comprimento, conforme relatado por Backes e Irgang (2004).

Figura 28 - *Livistona chinensis*



A - Textura da parte frontal da folha. B - Textura da parte traseira da folha. C - Formato da folha. D - Textura ampliada.

Fonte: Da autora (Imagem obtida pela autora através da Luparia com uma Câmera Sony HX100V.)

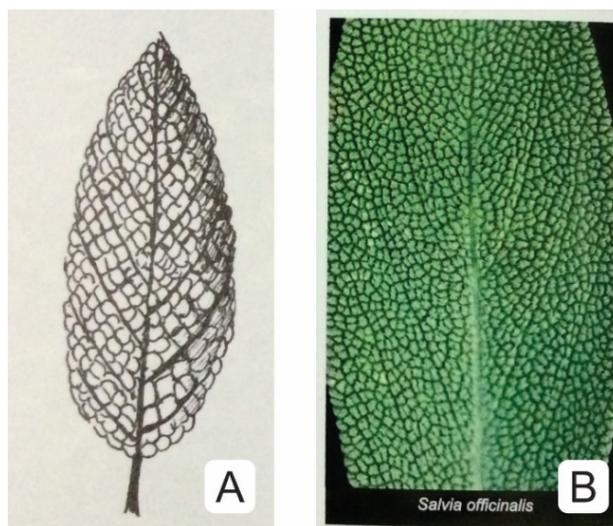
A palmeira leque-chinês pode ser uma boa fonte de inspiração na criação de uma nova textura, pois a sua folhagem apresenta um desenho de leque com segmentos divididos que chegam até a metade da folha, a partir da sua estrutura se pode criar uma textura diferenciada com a parametrização de suas linhas, podendo ser criada uma joia.

5.2.3 Sálvia

Segundo Souza e Lorenzi (2008), a planta da Sálvia pertence à família *Lamiaceae*, os seus nomes populares são Sálvia, Salva e Salva Comum. A família *Lamiaceae* possui uma distribuição global, incluindo 7.500 espécies e 300 gêneros. No Brasil possuem cerca de 500 espécies e 38 gêneros. É incluída como ervas aromáticas cultivadas no Brasil, e tem como local de origem a região oriental da bacia do mar Mediterrâneo.

Para este trabalho foi estudado a planta *Salvia Officinallis*, também conhecida como sálvia (FIGURA 29). A superfície da folha da Sálvia é rugosa e possui irregularidades, designa uma folha coberta com elevações côncavas limitadas e individualizadas por uma rede de sulcos, conforme Gonçalves (2011).

Figura 29 - Sálvia



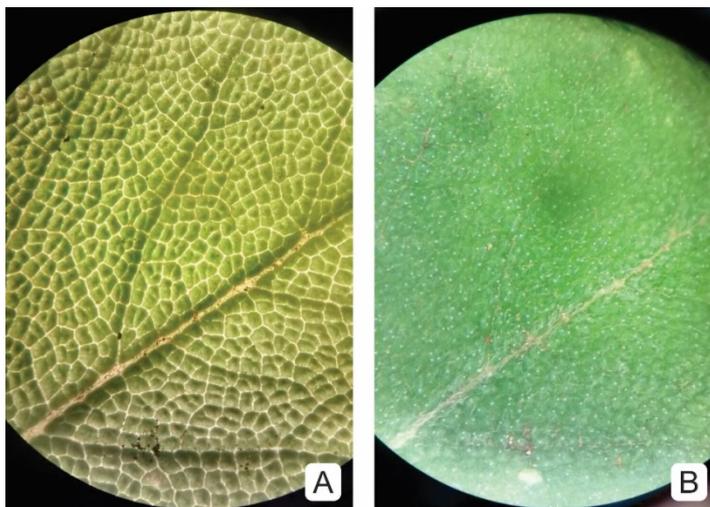
A - Estrutura da folha. B - Textura da folha.
Fonte: Gonçalves (2011).

A Sálvia é uma planta de pequeno porte, suas folhas são levemente acinzentadas, possui um caule lenhoso e ao florescerem as suas flores são azuis puxando para o lilás.

A folha da Sálvia pode servir de uso terapêutico, digestivos, adstringentes, estimulante de memória, aromático, também é muito usado como agente conservante e tempero (LONDRINA, 2012, texto digital). Os estratos da Sálvia são usados como agentes fungicidas, anti-inflamatório, antibactericida e antissépticos, é muito utilizada para combater inflamações como, gengiva e cavidade bucal e também, como agente gastrointestinal (ZIGIOTO, 2007, p. 9).

A olho nu é possível identificar uma textura interessante na folha da Sálvia, porém a folha também foi analisada através de um microscópio estereoscópio com o auxílio de uma câmera fotográfica Sony HX100V, assim foi possível examinar mais claramente a sua textura, podendo também enxergar a sua estrutura e o alto relevo da folha, conforme a Figura 30 nos mostra.

Figura 30 - Sálvia



A - Estrutura da folha. B - Textura da folha.

Fonte: Da autora (Imagem obtida pela autora através da Luparia com uma Câmera Sony HX100V.)

A folha da Sálvia torna-se um excelente elemento natural para inspirar na criação de novos produtos. Sendo esses fatores viáveis para ser desenvolvido um produto, transformando a sua textura de alto relevo em uma superfície de uma joia.

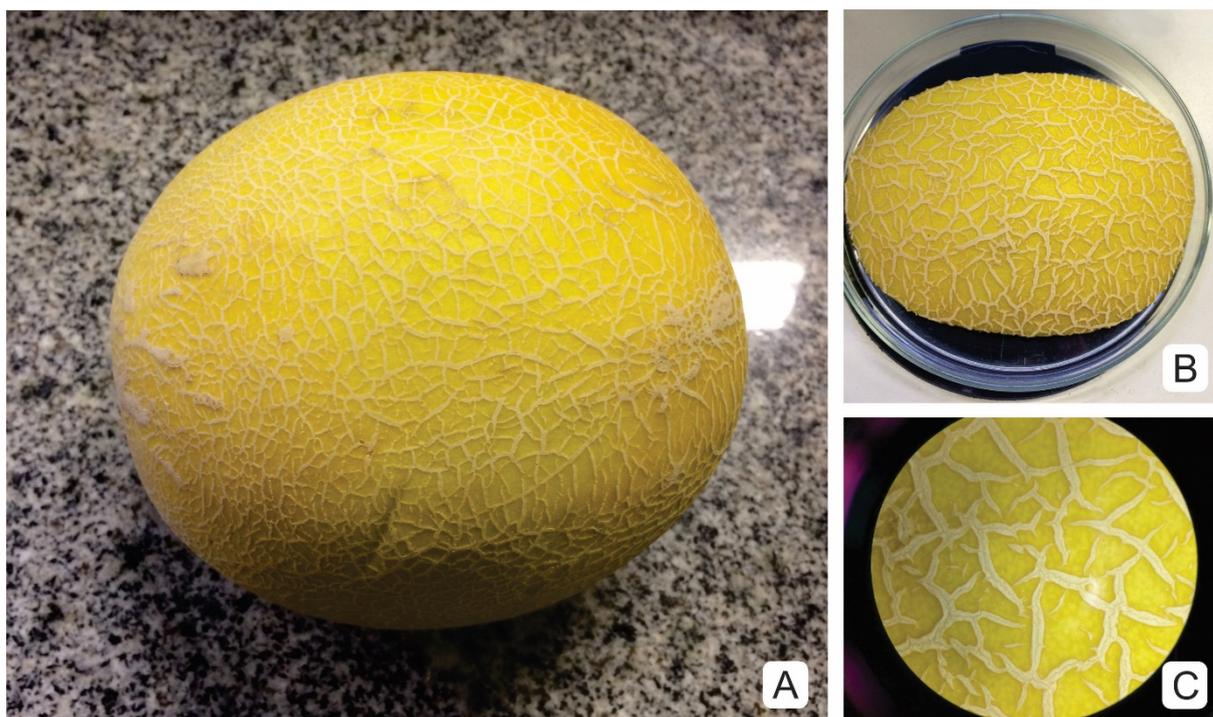
5.2.4 Melão

A planta do meloeiro pertence à família das *Cucurbitáceas*, os seus frutos são saborosos e muito apreciados. As variedades mais comercializadas no Brasil são, Amarelo, Honey Dew, Pele de sapo, Cantaloupe, Gália e Charentais. Esses melões podem ser cruzados entre si são híbridos e pode ocorrer uma continuidade entre essas espécies (DANTAS, 2007).

De acordo com Souza e Lorenzi (2008), as *Cucurbitáceas* são ervas rastejantes, frequentemente trepadeiras. Essas plantas possuem uma distribuição tropical e subtropical, são 120 gêneros e 850 espécies, no Brasil são 25 gêneros e 150 espécies. Os seus grupos varietais são: cor da casca, superfície da casca, presença de rendilhado, formato do fruto, cor da polpa, tamanho da cavidade das sementes e aderência do pedúnculo. O formato desse fruto pode variar de redondo, oval ou alongado.

O melão estudado para este trabalho, pertence à família das *Cucurbitáceas*, do gênero *Cucumis melo*, também conhecido como o melão 'Gália'. O seu fruto é redondo e reticulado e a cor da casca é normalmente amarelada, é possível identificar uma textura parecida com uma malha, sendo visível também a olho nu, ilustrado na Figura 31.

Figura 31 - Melão Gália



A - Formato do fruto. B - Textura do melão visto a olho nu. C - Textura ampliada.

Fonte: Da autora (Imagem obtida pela autora através da Luparia com uma Câmera Sony HX100V.)

A textura do melão possui desenhos de pequenas “malhas” que podem servir como fonte de inspiração na criação de novos produtos, podendo ser criada uma joia a partir da parametrização de suas malhas.

6 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento da metodologia proposta para o presente trabalho. Nas etapas seguintes serão apresentados os resultados das parametrizações dos elementos naturais, as alternativas de *design*, escolha de três propostas; e finalmente escolha do modelo a ser produzido juntamente com a empresa Sert.

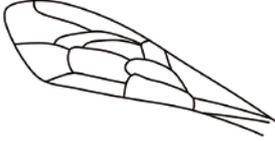
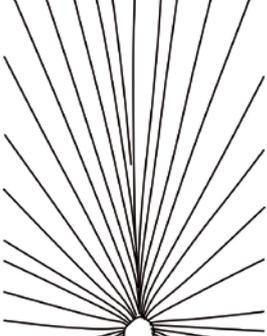
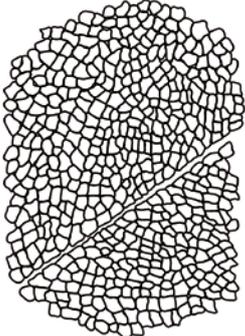
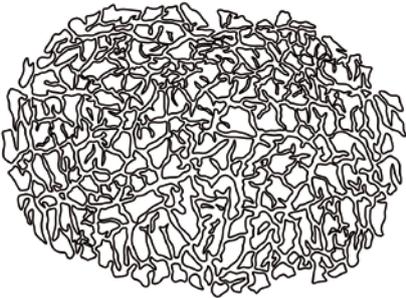
O capítulo também aborda o detalhamento dos processos de produção até a obtenção do produto final.

6.1 Parametrização

A parametrização dos elementos naturais analisados constitui na simplificação das formas e dos detalhes colhidos nas imagens. Na etapa de parametrização dos elementos foi realizada uma tradução das informações de interesse para uma linguagem gráfica técnica, através do *software* Adobe Illustrator CS5.

No Quadro 1 constam quatro elementos naturais e a parte de interesse parametrizada de cada um deles.

Quadro 1 - Parametrização

Nome do elemento	Elemento analisado	Parametrização
Abelha		
Palmeira		
Sálvia		
Melão		

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

A partir das parametrizações dos elementos naturais, deu-se o início ao desenvolvimento das gerações das alternativas.

6.2 Aplicação Projetual

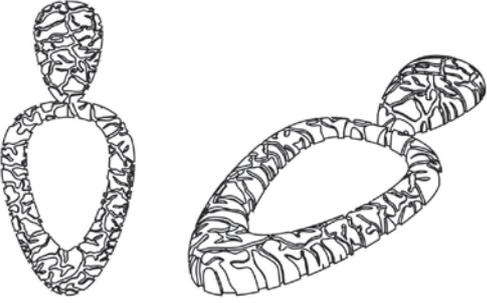
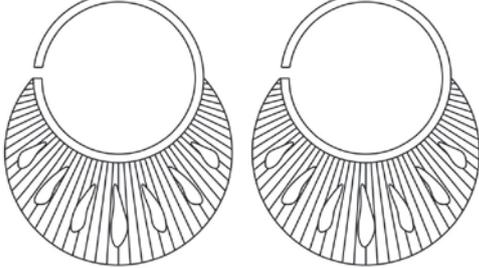
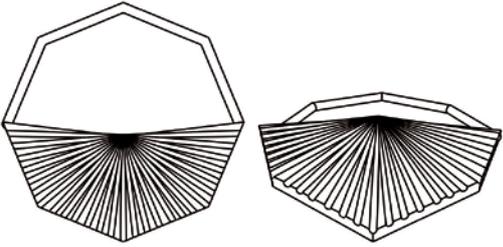
Nessa etapa de projeto todos os dados obtidos foram analisados para a criação dos novos produtos, nessa fase também foi observada a viabilidade de produção das peças.

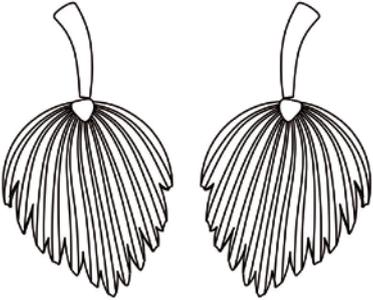
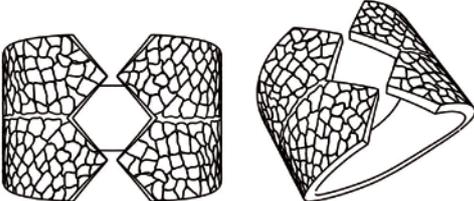
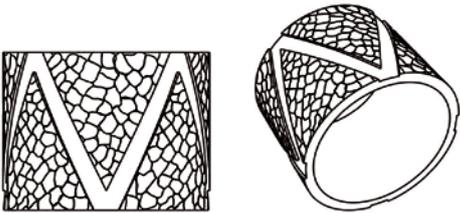
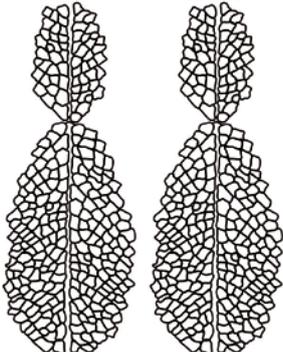
6.3 Geração das Alternativas

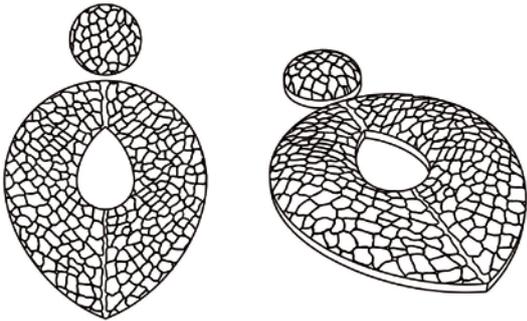
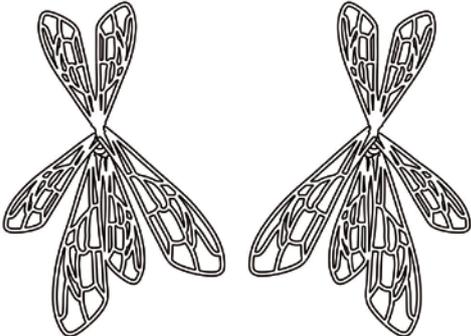
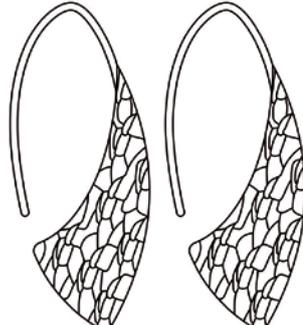
Abaixo, as gerações de alternativas desse projeto para cada elemento natural escolhido. As imagens foram obtidas com o auxílio do *software* Rhinoceros 4.0, conforme constatado no Quadro 2.

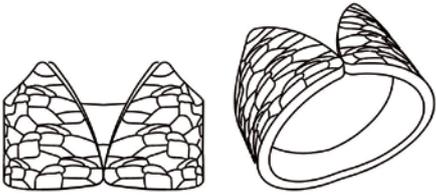
Quadro 2 - Geração das alternativas

Nº	Alternativa	Descrição
01		<ul style="list-style-type: none"> - textura do melão; - anel; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - possui numerações; - movimento chapado.
02		<ul style="list-style-type: none"> - textura do melão; - brincos fixos; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - sem uso de tarraxa; - pino de fio; - possui lados; - movimento chapado.

03		<ul style="list-style-type: none"> - textura do melão; - pingente; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - movimento chapado.
04		<ul style="list-style-type: none"> - textura do melão; - brinco com movimento; - matéria prima latão; - dois pontos de solda; - acabamento rústico; - lados iguais; - duas montagens; - movimento abaulado.
05		<ul style="list-style-type: none"> - textura da palmeira; - anel; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - sem numerações; - movimento chapado.
06		<ul style="list-style-type: none"> - textura da palmeira; - brinco; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - dois pontos de solda; - sem uso de tarraxa - possui lados - movimento ondulado.
07		<ul style="list-style-type: none"> - textura da palmeira; - brinco; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - dois pontos de solda; - sem uso de tarraxa - pino de fio - possui lados.

08		<ul style="list-style-type: none"> - textura da palmeira; - brinco; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - dois pontos de solda - duas montagens; - lados diferentes; - movimento abaulado.
09		<ul style="list-style-type: none"> - textura da palmeira; - pingente; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - um pontos de solda; - uma montagem; - movimento com contra argola.
10		<ul style="list-style-type: none"> - textura da sálvia; - anel; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - possui numerações; - movimento chapado.
11		<ul style="list-style-type: none"> - textura da sálvia; - anel; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - possui numerações; - movimento chapado; - frisos baixo relevo.
12		<ul style="list-style-type: none"> - textura da sálvia; - brinco; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - dois pontos de solda; - lados iguais - duas montagens; - movimento chapado.

13		<ul style="list-style-type: none"> - textura da sálvia; - brinco; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - dois pontos de solda; - lados iguais - duas montagens; - movimento abaulado.
14		<ul style="list-style-type: none"> - textura da sálvia; - pingente; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - possui galeria; - movimento abaulado.
15		<ul style="list-style-type: none"> - textura da abelha; - brinco; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - dois pontos de solda - duas montagens; - possui lados diferentes; - movimento chapado.
16		<ul style="list-style-type: none"> - textura da abelha; - pingente; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - possui galeria; - movimento chapado.
17		<ul style="list-style-type: none"> - textura da abelha; - brinco; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - dois pontos de solda; - pinos de fio; - movimento chapado.

18		<ul style="list-style-type: none"> - textura da abelha; - anel; - matéria prima latão; - acabamento rústico; - possui numerações; - movimento chapado.
----	---	--

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Após as gerações das alternativas, constatou-se a possibilidade de desenvolvimento de diversos tipos de joias, como brincos, anéis ou pingentes. Através da biônica, podem-se desenvolver várias texturas diferenciadas da linha atual da empresa, que podem ser aplicadas em variados tipos de peças.

No Apêndice A encontram-se imagens das peças da empresa Sert.

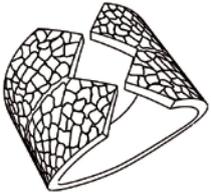
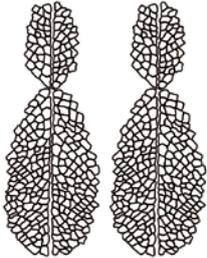
6.3.1 Seleção das três Alternativas

Posteriormente aos desenvolvimentos de todas as alternativas, das dezoito opções iniciais foram escolhidos seis. Devido ao alto custo de produção de matrizes, escolheram-se apenas duas peças de cada elemento, formando três conjuntos.

As peças escolhidas foram as que mais incorporaram as características esperadas para o projeto: maior viabilidade de produção, pois possuem maiores áreas texturizadas; texturas distintas das já existentes nos catálogos de produtos oferecidos pela empresa e modelos com um *design* diferenciado das já existentes no mostruário. Esses são aspectos relevantes para a produção dessas joias.

No Quadro 3 verificamos as seis alternativas escolhidas separadas por conjuntos.

Quadro 3 - Alternativas escolhidas

Conjunto	Alternativas	
A	 01	 02
B	 05	 06
C	 10	 12

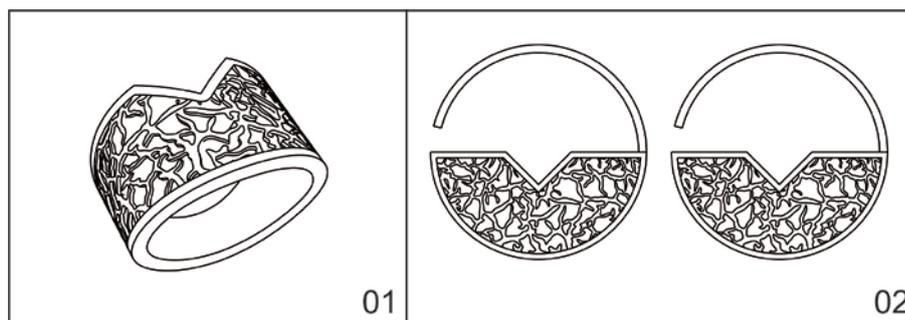
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Posterior às escolhas das alternativas, pode-se melhor identificar o funcionamento de cada textura, a fim de decidir qual se adequa melhor ao projeto.

No conjunto A, pode-se ver uma opção de anel e brinco, inspiradas na textura do melão. Na Figura 32, podemos identificar as “tramas” do melão em alto relevo.

Por ser um desenho com vários detalhes, acredita-se que essa textura se apresenta viável a ser trabalhada. Porém, percebe-se que as bordas de ambas as peças são lisas, gerando a necessidade de polimento manual. Os brincos geralmente não demandam polimentos em sua parte posterior, porém os anéis precisam ser polidos na parte interna, devido a questões de conforto e ergonomia.

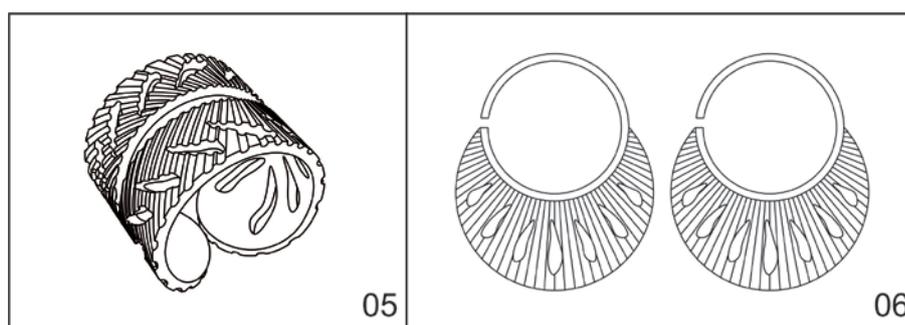
Figura 32 - Conjunto A: textura do melão



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

O conjunto B apresenta um anel e um brinco inspirados na folha da palmeira. Neles, identificam-se as “ranhuras” da folha em baixo relevo (FIGURA 33). Essa textura é detalhada em grande parte da peça, e quanto mais ranhuras a peça tiver, menos área de acabamento ela vai precisar. No anel, não há áreas lisas. Os brincos possuem áreas lisas, a superfície lisa que necessita de polimento é a mesma que faz parte do pino do brinco e esta não poderia ser texturizada pela questão ergonômica e conforto da orelha. O custo de produção para este modelo de anel se mostrou consideravelmente menor, se comparado aos conjuntos A e C, visto ele possui apenas três tamanhos de aro, já os outros dois, por terem sua circunferência fechada, deveriam ser produzidos baseados na grade de tamanhos.

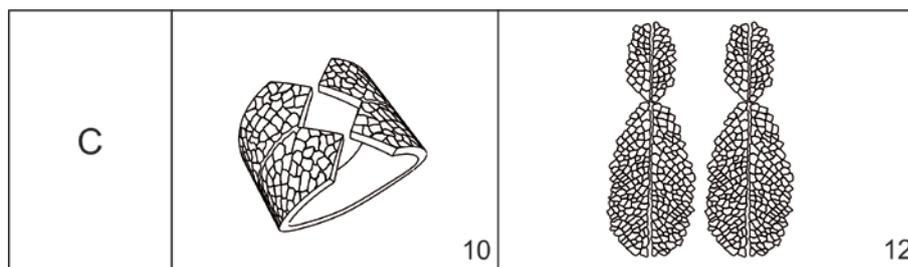
Figura 33 - Conjunto B: textura da palmeira



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Já o conjunto C ilustra duas peças inspiradas na folha da Sálvia. Podem ser identificados os “gomos” da folha em alto relevo, conforme demonstrado na Figura 34. Essa textura é tão detalhada quanto a folha da palmeira, sendo que, quanto mais gomos a peça tiver, menos a superfície precisará de polimento manual. Estes modelos seriam os mais viáveis de fabricar, pois não possuem nenhuma área lisa.

Figura 34 - Conjunto C: textura da sálvia

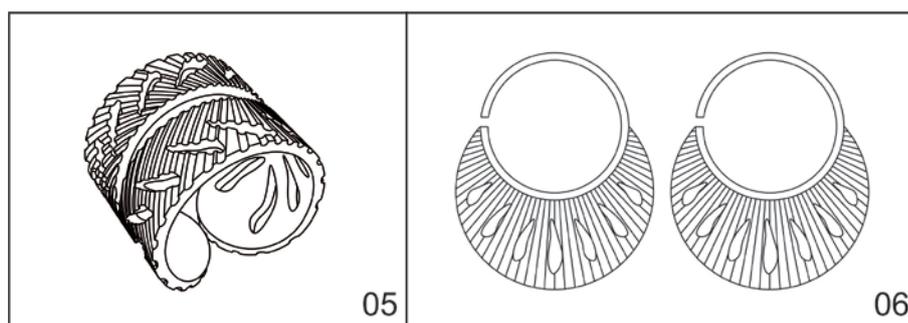


Fonte: Elaborado pela autora (2016).

6.4 Escolha da Empresa

Os três conjuntos foram apresentados à empresa Sert e a opção que mais condiz com a função de eliminar processos de polimento manual foi o conjunto B. (FIGURA 35). Segundo a empresa, os modelos do conjunto são mais comerciais, esteticamente os mais diferenciados, os mais singulares das peças que a empresa já oferece e a textura é a que mais se adequa com a proposta do projeto. Também foi constatado que esse modelo seria esteticamente um dos mais vendáveis dos três apresentados.

Figura 35 - Alternativa escolhida pela empresa



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

A partir dessa definição, deu-se o início do processo de produção das joias.

6.5 Síntese da alternativa escolhida

A coleção foi nomeada como LIVIS, referenciando o nome científico da palmeira, *Livistona chinensis*. Seu conceito é a utilização da biônica como fonte de inspiração na produção das peças como forma de reduzir custos nos processos. As peças podem ser usadas em diversas ocasiões, tanto no dia como na noite, são peças versáteis e diferenciadas dos modelos existentes no catálogo da empresa.

Foi proposto para a empresa Sert, um conjunto de joias com um formato orgânico que se assemelha a folha da palmeira e os pares de brincos possuem movimento ondulado dando a impressão de sinuosidade nas peças.

Essas peças têm como propósito se distinguir das peças já existentes dentro da empresa Sert e, juntamente com o auxílio da textura, diminuir a mão de obra no processo de polimento manual, reduzindo o tempo e custos no processo de acabamento em maquinário.

O material definido para a confecção dos modelos é o latão, as peças serão entregues em bruto para posteriormente o cliente banhar conforme a cor que deseja, seja ela em ouro, prata ou ródio⁴, uma vez que a empresa Sert produz apenas peças em bruto. Elas serão embaladas em sacos plásticos individualmente, para proteger de possíveis riscos. O processo utilizado para sua produção foi o método de fundição por cera perdida.

6.6 Desenho Técnico

Segundo Speck (2001), o desenho técnico é decorrente da Geometria Descritiva, que tem por objetivo representar no plano da folha as peças tridimensionais.

Os desenhos técnicos foram baseados nos primeiros esboços, após foi elaborado o desenho das joias no *software* 3D Rhinoceros 4.0. Nas pranchas de

⁴ É um procedimento em que joias recebem uma camada externa de ródio. O banho de ródio em joias proporciona uma camada de proteção, que evita arranhões e o aparecimento de manchas (BLOG PRATA FINA, 2015, texto digital).

desenho, podemos observar as vistas e as perspectivas de conjunto e juntamente a descrição de cada peça.

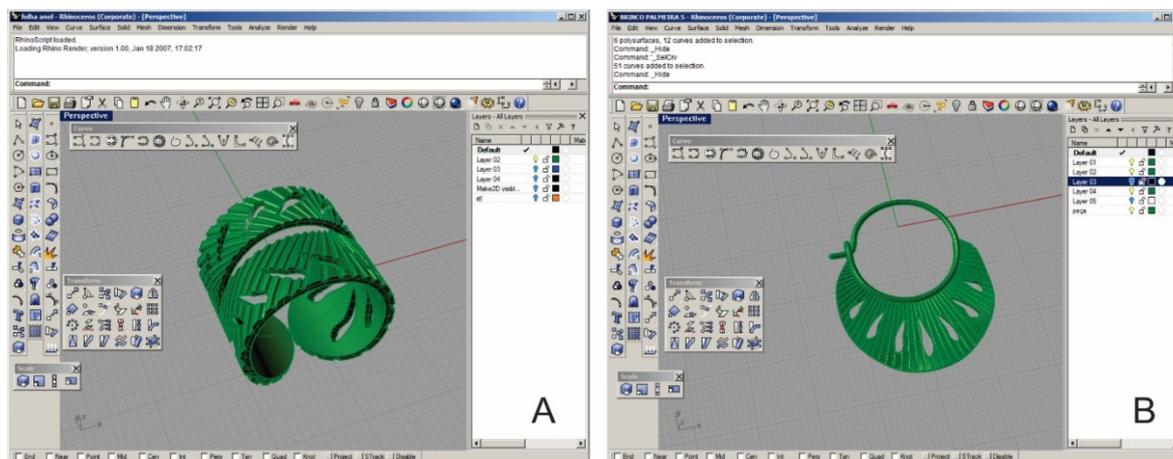
Os desenhos técnicos deste projeto encontram-se no Apêndice B.

6.7 Confeção do Modelo

Neste capítulo serão descritos todos os processos de produção para a confecção dos modelos escolhidos.

Para esse trabalho as peças foram desenvolvidas através do *software* 3D Rhinoceros 4.0, para posteriormente serem confeccionadas por meio da prototipagem rápida, conforme mostrado na Figura 36.

Figura 36 - Modelo digital

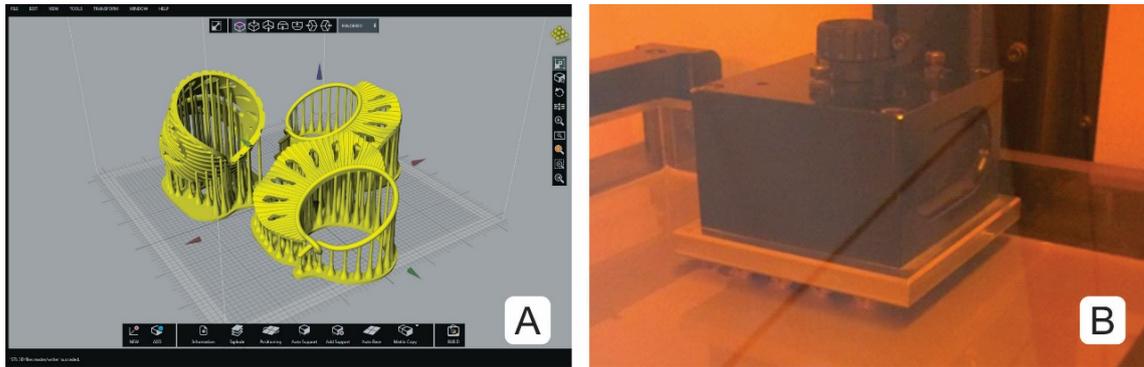


A - Anel. B - Brinco.

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

As peças foram prototipadas dentro da empresa Sert, através da máquina Digitalwax DWS 008, que tem como matéria prima empregada a resina. Após a execução da modelagem 3D, o arquivo digital foi transferido para o *software* específico da máquina, que executou o fatiamento do modelo e, após, iniciou a deposição da resina por meio de um feixe de laser que solidifica as camadas, conforme a Figura 37.

Figura 37 - Prototipagem



A - Fatiamento dos modelos. B - Prototipadora em operação.
 Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Finalizado esse processo, os modelos são retirados do tanque da prototipadora, é realizada a limpeza dos protótipos com álcool e os mesmos são dispostos em um forno de radiação ultravioleta para finalização da cura da resina. Com as peças em mãos, podemos fazer uma análise inicial, que permite a verificação prévia de imperfeições, possibilitando uma correção antes da fabricação do molde em silicone (FIGURA 38).

Figura 38 - Modelos prototipados

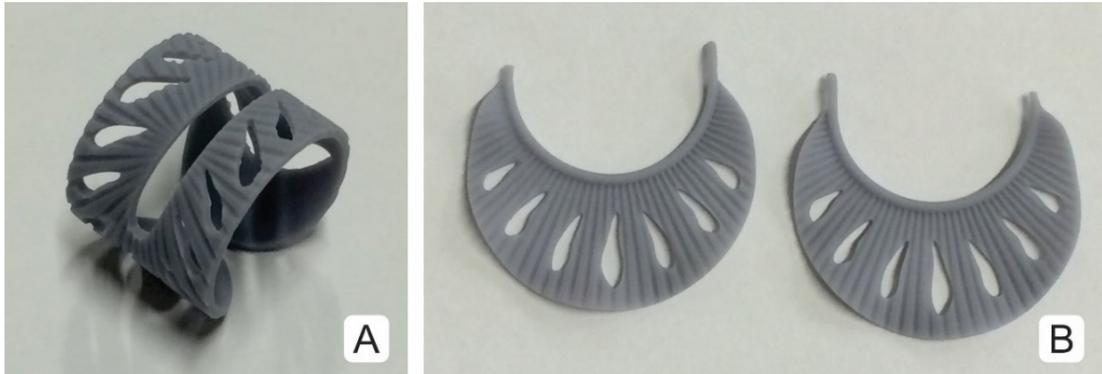


A - Anel. B - Brincos.
 Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Não havendo a necessidade de alterar o anel, o protótipo está pronto para o processo de confecção do molde em silicone. Porém, nos brincos, se fez necessária a remoção dos pinos, devido a dificuldades nos processos de injeção de cera, fundição e acabamento.

Em um processo manual, o modelista fez a retirada dos suportes das peças e dos pinos dos brincos, utilizando alicate e lixas, conforme mostrado na Figura 39.

Figura 39 - Modelos sem suportes e pinos

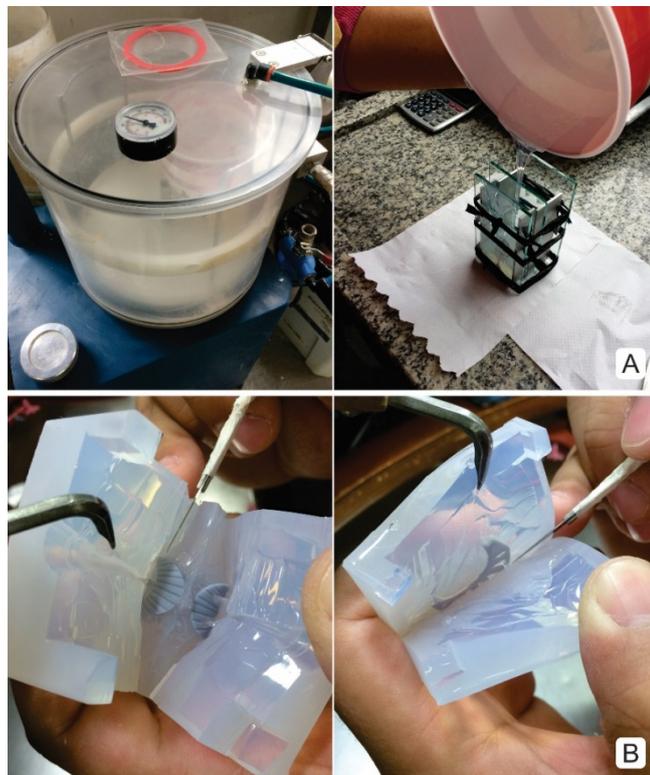


A - Anel. B - Brincos.

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Após, foi confeccionado o molde com silicone líquido, que, depois de o processo a vácuo, enrijeceu e então foi cortado com o auxílio de um bisturi, detalhado na Figura 40. O protótipo foi finalmente removido do molde.

Figura 40 - Confeção dos moldes

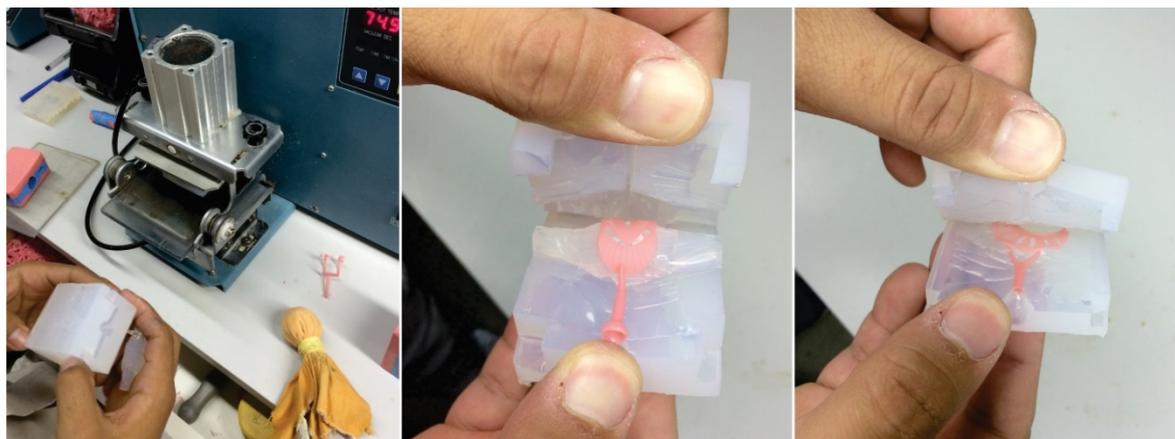


A - Confeção dos silicones. B - Corte dos silicones.

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

A partir da remoção dos protótipos, as peças foram injetadas em cera, etapa que é feita a replicação dos modelos em série. Essa máquina mantém a cera derretida e, por meio de pressão, a bombeia para dentro do molde. Quando resfriada, a cera solidifica podendo, assim, serem retirados os moldes (FIGURA 41).

Figura 41 - Injeção de cera



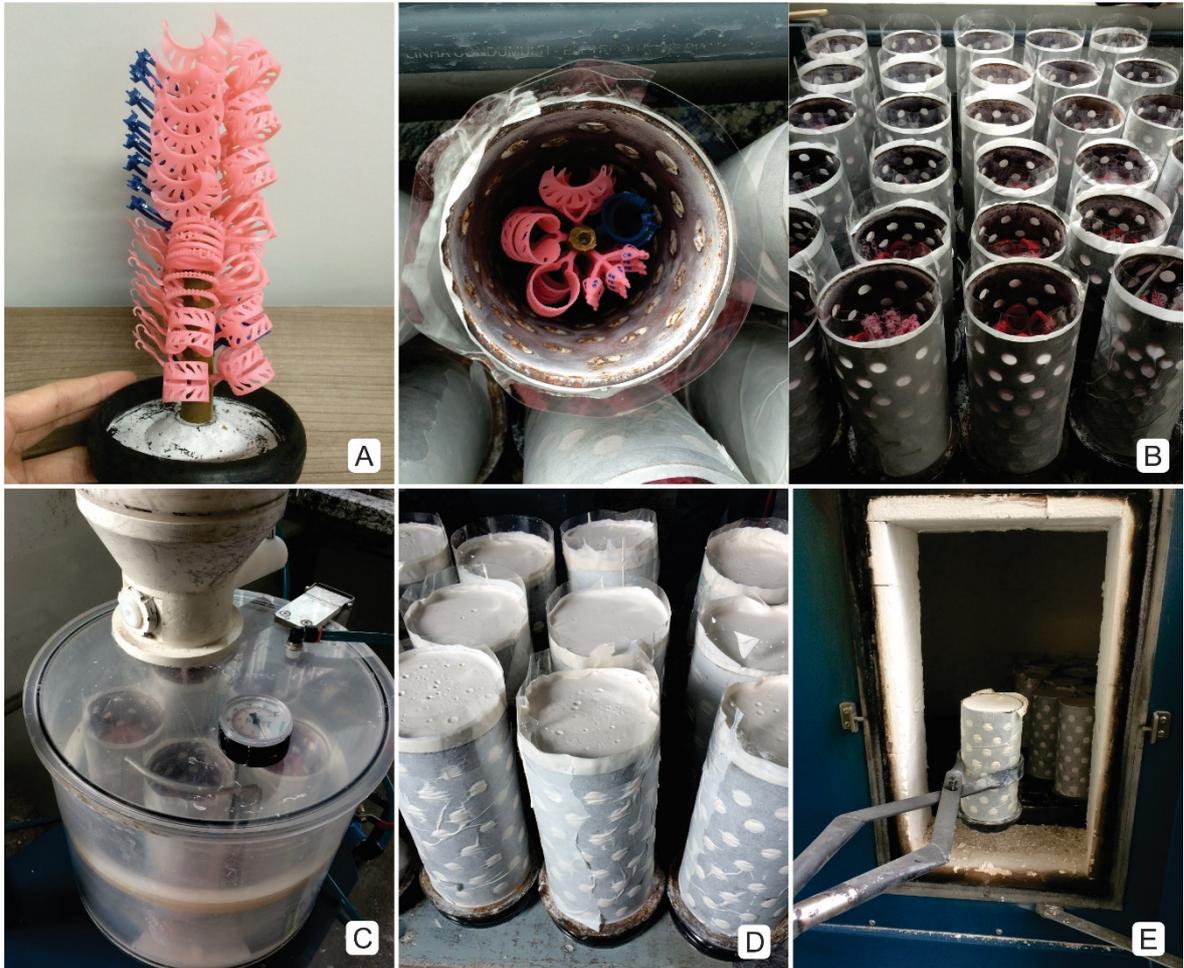
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Após a injeção de cera foram montadas as estruturas conhecidas como árvores de fundição. A árvore foi introduzida em um cilindro poroso isolado com fita adesiva, e então o gesso foi despejado.

Esse processo foi realizado em um equipamento que removeu as possíveis bolhas de ar do cilindro durante o preparo do revestimento do gesso.

O cilindro foi levado a um forno com temperatura crescente chegando a 750°C após 14 horas. Esse processo serve para o cozimento do gesso e o derretimento da cera, (FIGURA 42) formando moldes “ocos” chamados de negativos das peças.

Figura 42 - Processo de engessamento

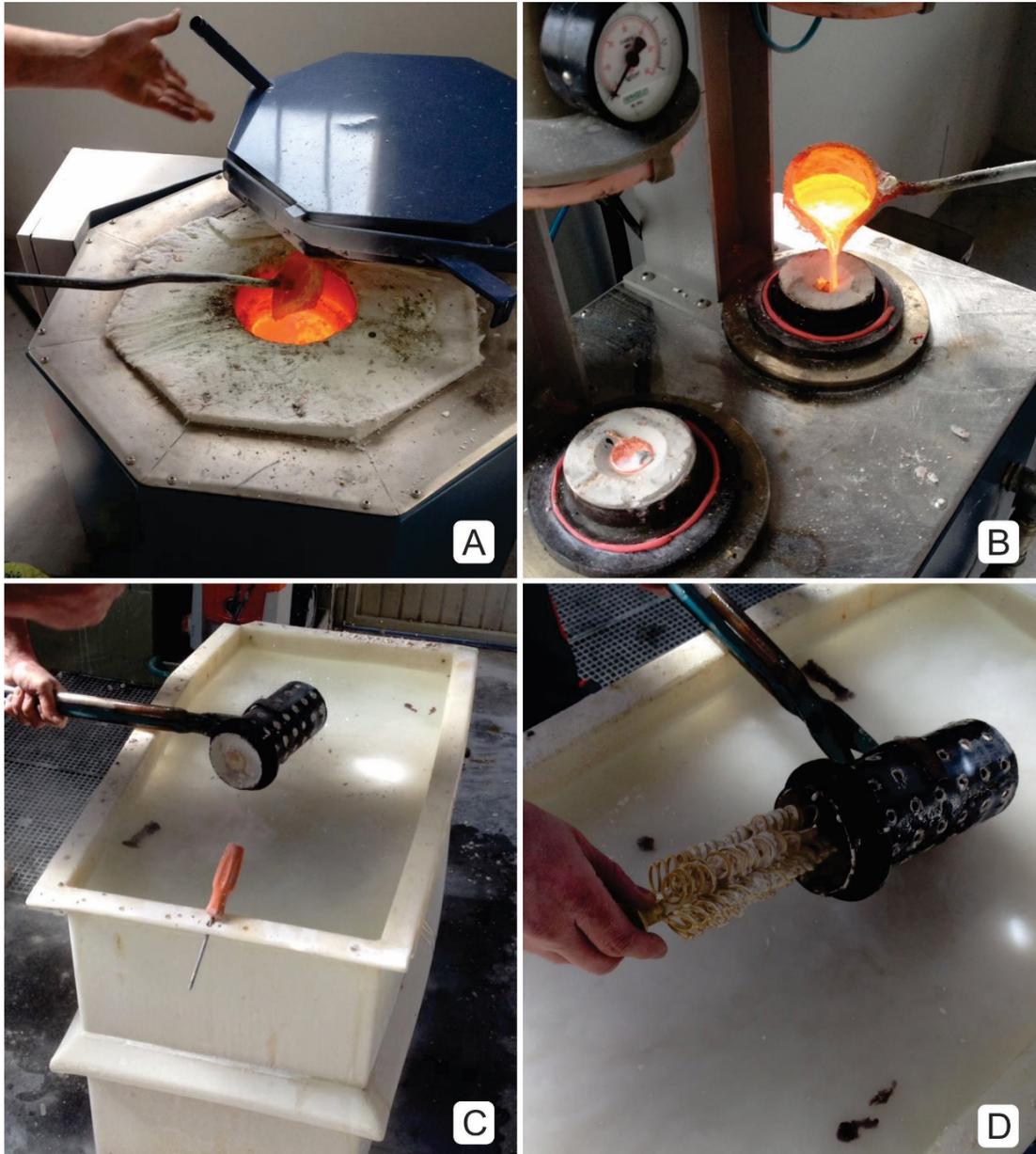


A - Árvore de fundição. B - Árvore dentro do cilindro. C - Engessamento. D - Cilindros engessados. E - Preparo do forno.

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Posteriormente, o metal utilizado para a fabricação da joia foi derretido em uma forja e, foi despejado dentro do negativo das peças, completando todo o espaço deixado pela cera. Logo após os cilindros foram submersos em água para a retirada do gesso. Desta forma foi possível remover a árvore, agora em estado metálico, do interior do gesso (FIGURA 43).

Figura 43 - Processo de fundição



A - Metal derretido dentro da forja. B - Metal despejado dentro do cilindro. C - Cilindro submerso na água. D - Árvore de fundição sendo removida do interior do cilindro.
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Depois de feito o processo de fundição, as peças foram separadas da árvore com um auxílio de um alicate pneumático e foram retirados os gitos (FIGURA 44). Nessa etapa já se pode identificar o efeito da textura nas peças, mesmo sem o processo do acabamento manual elas ficaram com um bom resultado.

Figura 44 - Peças separadas da árvore



A - Retirada do anel. B - Retirada do brinco. C - Peças cortadas da árvore.
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Removidos os gitos iniciou-se o procedimento de soldagem dos pinos dos brincos. Com o auxílio de um maçarico os pinos foram soldados junto a peça principal. Foram soldados com pouca quantidade de solda, não necessitando de acabamento no local da junção, conforme Figura 45.

Figura 45 - Soldagem



A - Soldagem. B - Brincos soldados.
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Por fim, as peças foram depositadas em uma máquina de acabamento por aproximadamente 20 minutos, para garantir brilho as peças. Em seguida foram enviadas para o setor de revisão da empresa, onde foi feita a embalagem individual em sacos plásticos, para proteger de possíveis riscos.

6.8 Resultado

Após todo o processo de fabricação, nota-se que as peças ficaram um aspecto rústico através da textura da folha da palmeira não necessitando de acabamento manual.

Na fase da remoção dos gitos já se notou um bom resultado, mesmo sem as peças passarem pelo processo de acabamento de maquinário. Após o processo de maquinário as peças ganharam um brilho maior, dando a impressão de serem polidas manualmente. A Figura 46 apresenta o resultado final das peças em bruto após todas as etapas de produção.

Figura 46 – Resultado



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Através do auxílio da textura da palmeira, foi possível reduzir custos dentro da empresa Sert, gerando economia de mão de obra e redução de gastos com massas de polimento, durante o processo de polimento manual. Esse conjunto já está em dois mostruários e foram distribuídos para dois representantes até o momento. As figuras 47, 48 e 49 mostram o resultado das joias sendo utilizadas pela modelo.

Figura 47 – Conjunto



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Figura 48 – Anel



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Figura 49 – Brinco



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

7 CUSTOS

Atualmente ao investir em *design*, pode-se amenizar grandes impactos gerados ao meio ambiente, o *designer* pode atuar na redução de custos, economia de mão de obra e na diminuição dos materiais. Cabe ao *designer*, então, fazer parte de todos os processos dentro da indústria, mostrando a sua importância como ferramenta de gestão empresarial e inovação: auxiliando na redução de custos, na economia de mão de obra e na diminuição dos materiais.

7.1 Comparação de Custos

A análise de custos foi feita ao final da produção de cada joia pelo setor de criação, juntamente com a gerência de produção. Para tanto, as peças foram pesadas e, a partir disso, os custos foram calculados.

Para um melhor entendimento, na Figura 50 pode-se ver o resumo de um comparativo de custos de uma peça polida e o conjunto de joias texturizadas. As três peças foram produzidas dentro da empresa e os custos são realizados pelo programa Sistema de Gestão Empresarial Abacus.

Figura 50 - Comparativo de Custos

Polido		Texturizada		Texturizada	
					
Descrição	Custo	Descrição	Custo	Descrição	Custo
Peso: 7.26gr	2,1780	Peso: 4.20gr	1,8720	Peso: 3.70gr	1,7760
Lixa anel: 1	0,5000	Lixa anel: 1	0,5000	Lixa brinco: 2	1,0000
Nível difícil: 1	0,6000	Nível moderado: 1	0,3000	Nível moderado: 1	0,3000
Preço: 7,87	3,28	Preço: 4,94	2,67	Preço: 4,58	3,07
Porcentagem de lucro: 140%					

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

O custo direto do produto apresenta dois níveis de dificuldade, os quais variam de acordo com a mão de obra empregada. Além dos níveis de dificuldade empregados nos custos existem outros fatores que precisam ser cadastrados para se gerar o custo, soldas, pinos, montagem, pedras, argolinhas, porém isso será cadastrado para peças específicas.

Na Figura 51 pode-se ver uma comparação do custo realizado pelo sistema. Para a imagem A, foi empregado o nível moderado, pois é uma peça com menor dificuldade de produção e existe uma área menor a ser polida, uma vez que a peça é texturizada. Para a imagem B, foi empregado o nível difícil, porque a peça exige mais polimento manual por obter uma grande área lisa.

Figura 51 - Comparativo de Custos

Cálculo de Custo do Produto

Data Cadastro: 28/04/2016 Data Custo: 28/04/2016 Ult. Venda: Foto: 

Moeda: REAL Cotação: 1,00 Cotação Dia: 1,00

Liga: 100,00 Peso Bruto: 4,20 Teor/Lucro: 1 BRUTO: 0,00

Preço de Compra: 0,00 Custo Composição: 1,26 Custo Folhação: 0,00

Soma Procedimentos: 0,80 Custo Total: 2,06

Lucro: 140,00 Preço de Venda: 4,94 + Custo Adic.: 0,00 = 4,94

Composição

Cód. Item	Descrição	Tipo Un.	Quant.	Custo	Total	Moeda	Total R\$	Ref.
0010000101	LATÃO LATÃO	M GR	4,2	0,3	1,2600	REAL	1,2600	

Custo Direto - (Mão de Obra)

Soma: 0,8

Cód.	Procedimento	Valor Un.	Quant.	Total
19	LIXA / ANEL	0,5000	1,0000	0,5000
23	NIVEL MODERADO	0,3000	1,0000	0,3000

Cálculo de Custo do Produto

Data Cadastro: 13/04/2016 Data Custo: 13/04/2016 Ult. Venda: Foto: 

Moeda: REAL Cotação: 1,00 Cotação Dia: 1,00

Liga: 100,00 Peso Bruto: 7,26 Teor/Lucro: 1 BRUTO: 0,00

Preço de Compra: 0,00 Custo Composição: 2,18 Custo Folhação: 0,00

Soma Procedimentos: 1,10 Custo Total: 3,28

Lucro: 140,00 Preço de Venda: 7,87 + Custo Adic.: 0,00 = 7,87

Composição

Cód. Item	Descrição	Tipo Un.	Quant.	Custo	Total	Moeda	Total R\$	Ref.
0010000101	LATÃO LATÃO	M GR	7,26	0,3	2,1780	REAL	2,1780	

Custo Direto - (Mão de Obra)

Soma: 1,1

Cód.	Procedimento	Valor Un.	Quant.	Total
19	LIXA / ANEL	0,5000	1,0000	0,5000
24	NIVEL DIFÍCIL	0,6000	1,0000	0,6000

A - Anel texturizado. B - Anel liso.

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

No custo final as peças tiveram uma diferença de R\$ 1,46, porém essa diferença tem influência pela questão do peso do latão e os níveis de dificuldade, nos níveis há uma diferença de R\$ 0,30. Aparentemente o valor pode ser considerado pequeno, porém se forem vendidas 500 peças, média de peças vendidas pela empresa Sert por cliente, no total a diferença será considerável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa, nota-se que, após as análises e estudos foi possível gerar diversas opções de joias relacionadas ao *design* de produto inspirando-se na biônica.

Quanto às metodologias utilizadas para esse trabalho, visando um estudo biônico, essas demonstraram eficiência na verificação das funções e propriedades dos elementos naturais analisados e, principalmente, nas texturas, que permitiram adquirir informações importantes para a realização desse projeto.

O estudo realizado relacionou a biônica aliada ao desenvolvimento do *design* de joias. O presente trabalho demonstrou capacidade de inovação através da natureza, pois após anos de evolução podemos ver a sua adaptação, assim essas soluções foram aplicadas no desenvolvimento de uma coleção de joias, visando à solução de problemas projetuais dentro de uma determinada empresa.

Através do estudo sobre as joias, seus processos de fabricação e os diferentes tipos de materiais utilizados para a sua produção, verificou-se que um projeto deve ser pensado de maneira que seja eficiente tanto na produção como nos tipos de materiais utilizados e os diferentes tipos de processos aplicados.

Esse estudo gerou uma ligação entre os elementos naturais e o processo de criação de joias, auxiliando na criação de projetos. Foi verificado que a inspiração na biônica é bastante ampla, pois, em todos os elementos estudados constatou-se uma boa inspiração para o desenvolvimento de joias. Pôde-se demonstrar que, a partir da complexidade das texturas naturais, é possível inspirar-se para criações inovadoras.

Os objetivos do presente trabalho foram atendidos, e o resultado final das peças, o conjunto LIVIS, mostrou diferenciação ao utilizar a folha da palmeira como fonte de inspiração. Com o auxílio da textura presente nas peças foi possível simplificar os processos de acabamentos, eliminando, parcialmente, o processo de polimento manual e reduzindo a mão de obra.

Para finalizar, nota-se que é possível desenvolver peças inovadoras, com base nos elementos da natureza, podendo apresentar projetos com formas diferenciadas, colaborando na redução de custos e uso dos materiais dentro das indústrias joalheiras.

REFERÊNCIAS

ALZAMORA, P. **Curso de Tecnologia de Materiais**. Instituto Europeu de Design. São Paulo, 2005, 33 p.

AMARAL, E.; GUANABARA, A.; KINDLEIN, W. Sistema de Fixação Baseados na Biônica e no Design de Produto: Estudo de caso “Velcro” a partir do Fruto do Carrapicho. **Revista Estudos em Design**, v. 10, n. 1, 2002.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores cultivadas no Sul do Brasil**: Guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas. 1. ed. Porto Alegre: Ed. Paisagem do Sul, 2004, 204 p.

BARTOLO, C. D. **Introdução aos Estudos da Biônica Aplicada**. Tradução Dr. Amilton José Vieira de Arruda, Recife, Textos para Cadernos de Biodesign – Produção Laboratório de Biodesign, UFPE, 1995.

BAXTER, M. **Projeto de Produto**: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BENYUS, J. M. **Biométrica**: Inovação Inspirada pela natureza. 3. ed. São Paulo: Cultrix, 2007.

BENZ, I.; MAGALHAES, C. **Interação entre design de joias e novas tecnologias**. P&D Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília, 2002. 11 p.

BLOG PRATA FINA. **Banho de ródio: 5 coisas que você precisa saber**. 2015. Disponível em: <<http://www.pratafina.com.br/blog/o-que-e-banho-de-rodio/>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

BOMFIM, G. A. **Metodologia para desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1995.

BONIFÁCIO, Bruna. **Roman e Erwan Bouroullec**. Revista Cliche. Disponível em: <<http://www.revistacliche.com.br/2012/07/roman-e-erwan-bouroullec/>> Acesso em: 4 nov. 2015.

BONSIEPE, G. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1981.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher Ltda., 1988.

BROECK, F. V. **Biônica e Design**. Disponível em: <<http://carlosrighi.com.br/177/Bionica/Bionica%20e%20Design%20%20Vanden%20Broeck.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

CAMARGO, R. **Sistemas de Produção: Produção de Mel**. Embrapa, Dezembro, 2002.

CARTIER. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.cartier.com.br/colecoes/casamento/aliancas/aliancas-gravadas/b4098000-alianca-de-casamento-gravada>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

CARVALHO, R. G. **Apis melífera: reprodução, polinização e produção de mel**. São Paulo, 2010. Disponível em: <unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/.../15/02032011082215.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2015.

CERATTI, L. J. **Design de joias contemporâneas: Soluções leves e versáteis**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre RS, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/.../000917875.pdf?>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

CHEMIN, B. F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015. E-book. Disponível em: <https://www.univates.br/editora_univates/media/publicacoes/110/pdf_110.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2015.

CIDADE, M.; PALOMBINI, F.; KINDLEIN, J. W. Biônica como processo criativo: microestrutura do bambu como metáfora gráfica no design de joias contemporâneas. **Educação Gráfica**. v. 19, 2015. Disponível em: <www.educacaografica.inf.br/revistas/vol-19-numero-01-2015>. Acesso em: 30 ago. 2015.

CODINA, C. **A joalheria: A técnica e a arte da joalheria explicados com rigor e clareza**. Traduzido por Marisa Costa. Lisboa: Editorial Estampa, 2000.

CONTINI, G. Projeto de desenvolvimento de uma linha de semi joias masculinas para empresa Gimasa Ltda. Universidade de Caxias do Sul. 2012.

CORBETTA, G. **Joalheria de arte**. Porto Alegre: AGE, 2007, 143 p.

DANTAS, D. **Avaliação de Híbridos de melão Cantaloupe**. Mossoró-RN, 2007. 14 p.

DAPPER, S. T. H. **Desenvolvimento de textura bioinspirada no líquen Parmotrema praesorediosum visando a adesão da argamassa de revestimento em painéis de concreto**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia. Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em *Design*. Porto Alegre, RS: UGRS, 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/79830>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

DAVINCI. **Máquinas**. Disponível em: <<http://www.davincisystems.es/leonardo/>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

DICIONÁRIO INFORMAL. **Buril**. Disponível em: <<http://www.dicionarioinformal.com.br/buril/>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

FAGGINI, K. **O mercado joalheiro no Brasil**. Disponível em: <http://www.portaldasjoias.com.br/Abril_05/Marketing_Vendas/Marketing_Vendas.htm>. Acesso em: 20 set. 2015.

GELATTI, L. **Estudo da biônica aplicado ao projeto de mobiliário**. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/694/.../2014LuizaGelatti.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2015.

GENISES JOIAS. **Processos**. Disponível em: <<http://www.genesisjoias.com.br/blog/2009/06/processo/>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOLA, E. **A joia: História e Design**. São Paulo: Editora Senac, 2008.

GONÇALVES, E. **Morfologia Vegetal**. Organografia e Dicionário Ilustrado de Morfologia das Plantas Vasculares. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.

GUCCI. **Bracelete**. Disponível em: <<https://www.gucci.com/us/en/pr/women/womens-accessories/womens-fine-jewelry/womens-bracelets/bamboo-thin-bracelet-p-246463J85008000>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

H.STERN. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.hstern.com.br/joias/pproduto/A2O167160/anel/dvf/anel-de-ouro-amarelo-18k----colecacao-dvf#>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

HEARTJOIA. **Fundição por cera perdida**. Disponível em: <<http://www.heartjoia.com/4485-fundicao-cera-perdida-microfundicao-ouro-prata>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

INFOJOIA. **Tipos de acabamentos mais utilizados na joalheria**. Publicado em 25 de outubro de 2011. Disponível em: <<http://novo.infojoia.com.br/homologacao/noticias/interna/11429/Tipos-de-acabamentos-mais-utilizados-na-joalheria>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

I.REIS. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.ireiss.com/rings/28/Gallery-Collection/1-1094>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

JOIA E ARTE. **Fundição por Cera Perdida**. Disponível em: <<http://www.joia-e-arte.com.br/cera.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

JOIAS IN VOGUE. **Acabamento de Joias**. 2014. Disponível em: <<http://joiasinvogue.com/acabamento-de-joias-polido-fosco/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

KINDLEIN, W. Jr.; ZATTI, D. C.; BIACCHI, T. P. **A Natureza como Fonte de Inspiração Para a Criação e Desenvolvimento de Texturas Aplicadas ao Design Industrial**. Disponível em: <www.ndsm.ufrgs.br/portal/downloadart/65.pdf>. Acesso em: 15 set. 2015.

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. 8 p.

KLIAUGA, A. M.; FERRANTE, M. **Metalurgia Básica para ourives e designers: do metal a joia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2009.

KOBORI, N. **Germinação de sementes de *Livistona chinensis* (Jack.) R. Br. ex. Mart. (ARECACEAE)**. São Paulo, 2006. Disponível em: <www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pts/m/2799.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.

LACERDA, C.; SORANSO, P.; FANGUEIRO, R. O contexto Biométrico Aplicado ao Design de superfícies Têxteis. **REDIGE**. v. 3, n. 03, dez. 2012. Disponível em: <<http://www2.cetiqt.senai.br/ead/redige/index.php/redige/article/viewFile/155/223>>. Acesso em 24 setembro de 2015.

LESKO, J. **Design industrial: materiais e processos de fabricação**. São Paulo: E. Blücher, 2004.

LIMA, M. A. M. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

LISBÔA, M. G. P. **Design e qualidade: uma análise do processo produtivo de ourivesaria**. Dissertação de mestrado. Santa Maria, 2009.

LÖBACH, B. **Design Industrial – Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LONDRINA. **Protocolo de Fitoterapia**. 3. ed. Disponível em: <www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_saude/fitoterapia/downloads/protocolo_fitoterapia_londrina_2012.pdf>. Acesso em: 9 out. 2015.

MATTE, Cecília Nascimento. **Desenvolvimento de sistema de peças modulares para montagem de joias folheadas customizáveis**. Monografia (Graduação). Faculdade de arquitetura. Curso de Design. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2014. Disponível em: <www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/115978/000955909.pdf?>. Acesso em: 15 set. 2015.

MODESTO, R. A **Fascinante Historia da Joalheria**. Disponível em: <<http://www.articleset.net/>>. Acesso em: 13 set. 2015.

MORAES, D. **Metaprojeto: O Design do Design**. Editora Blücher, 2010.

MUNARI, B. **Das coisas nascem as coisas**. Lisboa: Edições 70, 1981.

NISHIMURA, P. L. G. **A prototipagem rápida aplicada à joalheria**. Gramado: 11º P&D *Design*, 2014.

PLATCHECK, E. R. **Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. Tese (Mestrado). Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Ênfase em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2003. Disponível em: <<http://www.ndsm.ufrgs.br/portal/downloadart/64.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

PORTAL DAS JOIAS. **Estamparia**. Publicado em 11 de novembro de 2015. Disponível em: <http://www.portaldasjoias.com.br/Novembro_05/Historia_Bijuteria/Historia_Bijuteria.htm>. Acesso em: 20 ago. 2015.

PROYECTO PROFUNDIZA. (2012). **Cuando la Materia Gris se Vuelve Brillante**. Disponível em: <<https://degrisabrillante.wordpress.com/el-velcro-y-la-seda/>>. Acesso em: 15 set. 2015.

QUEIROZ, J. P. **Joias Modulares**: Desenvolvimento de um conjunto de joias modulares. Disponível em: <<http://www.tccddesign.com.br/ver/79-joias-modulares-desenvolvimento-de-um-conjunto-de-joias-modulares>>. Acesso em: 15 set. 2015.

RAMO JOALHEIRO. **Joias inspiradas na folha da palmeira**. 2009. Disponível em: <<http://www.ramojoalheiro.com.br/conteudo/artigos-e-noticias/joias-inspiradas-na-folha-da-palmeira-categoria,1,1079.html>>. Acesso em: 26 out. 2015.

RAMOS, J.; SELL, I. A biônica no projeto de produtos. **Production**. v. 4, n. 2, p. 95-108, 1994. Disponível em: <<http://www.prod.org.br/files/v4n2/v4n2a01.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

RAMOS, Juliana; CARVALHO, Naiara. Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de Apis melífera. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**. São Paulo, 2007. Disponível em: <faef.revista.inf.br/.../h4KxXMNL19aDCab_2013-4-26-15-37-3.pdf>. Acesso em: 15 set. 2015.

REVISTA CLICHÊ. **Design da informação**. Disponível em: <<http://www.revistacliche.com.br/2012/07/roman-e-erwan-bouroullec/>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

RÜTHSCHILLING, E. A. **Design de superfície**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2008.

ROOZENBURG, N. F. M.; EEKELS, J. **Product Design: fundamentals and methods**. Inglaterra: John Wiley&Sons, 1996. p. 3.

- SALEM, C. **Jóias: os segredos da técnica**. São Paulo: 2000.
- SCHWAB, F. A. **Bioluminária Dionea: Biônica aplicada ao design de luminária**. Santa Maria, RS, 2010. Disponível em: <www.ufsm.br/design/monografiafelipe.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.
- SERT JOIAS. **Produtos**. Disponível em: <http://www.sertjoias.com.br/index.php?site=produtos.php&id_produto=1>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- SILVEIRA, F. L. **Textura natural aplicada em couro para joalheria: fruta-do-conde**. 2010. Disponível em <http://www.coloquiomoda.com.br/anais/anais/6-Coloquio-de-Moda-2010/69494_Textura_natural_aplicada_em_couro_para_joalheria_-_fru.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.
- SISTEMAS EEL. **Processo de laminação**. 2016. Disponível em: <<http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840793/LOM3004/Aula9CM.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- SOARES, G. A. **Fundição: Mercado, Processos e Metalurgia**. Editora Coppe/UFRJ, 2000.
- SOARES, M. A. R. **Biomimetismo e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis**. Dissertação (Mestrado). 2008. 84f. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2008. Disponível em: <www2.ufpel.edu.br/iad/design/grafico/tcc/acervo/2012_2.html>. Acesso em: 20 set. 2015.
- SOUZA, V.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. 2. ed. São Paulo: Editora Nova Odessa, 2008. .
- SPECK, H. J. **Manual de Desenho Técnico**. Florianópolis: UFSC, 2001, 180 p.
- STEIGLEDER, A. P. **Estudo Morfológico da Planta: Uma contribuição para a Biônica e o Design de Produto**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia – Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-graduação em Design, 2010.
- STRALIOTTO, L. M. **Ciclos: Estudo de casos de ecodesign de jóias**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2009. Disponível em: <www.lume.ufrgs.br/handle/10183/18600?locale=pt_BR>. Acesso em: 20 set. 2015.
- SZCZEPANIAK, F. F. **Design de identidade vegetal föerspak**. Universidade Nova, 2008.
- TESTA, D. G. **Os Processos Produtivos no Design de Jóias: Coleção Fundadores**. Monografia (Graduação). 2012. 124f. Habilitação em Projeto de Produto, da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2012. Disponível em: <www.ufsm.br/design/monografiadiego.pdf>. Acesso em: 15 set. 2015.

VASCONCELOS, A. **Estruturas da Natureza**: Um Estudo da Interface entre Biologia e Engenharia. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

VAZ, J. G. **Coleção de joias masculina**. Santa Maria, RS, 2006.

VINCI, L. D. **Da Vinci por ele mesmo**. São Paulo: Madras, 2004.

VIVARA. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.vivara.com.br/produto/anel-ouro-amarelo-e-diamante-honey-maior/AN00043232>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

VOLPATO, N. et al. **Prototipagem Rápida**: tecnologias e aplicações. São Paulo: Editora Blücher, 2007.

WINKLER, C. L. O papel do Designer e a evolução da joalheria diante das novas tecnologias. **Revista Percepção & Design**, Edição 01, 20 de agosto de 2008.

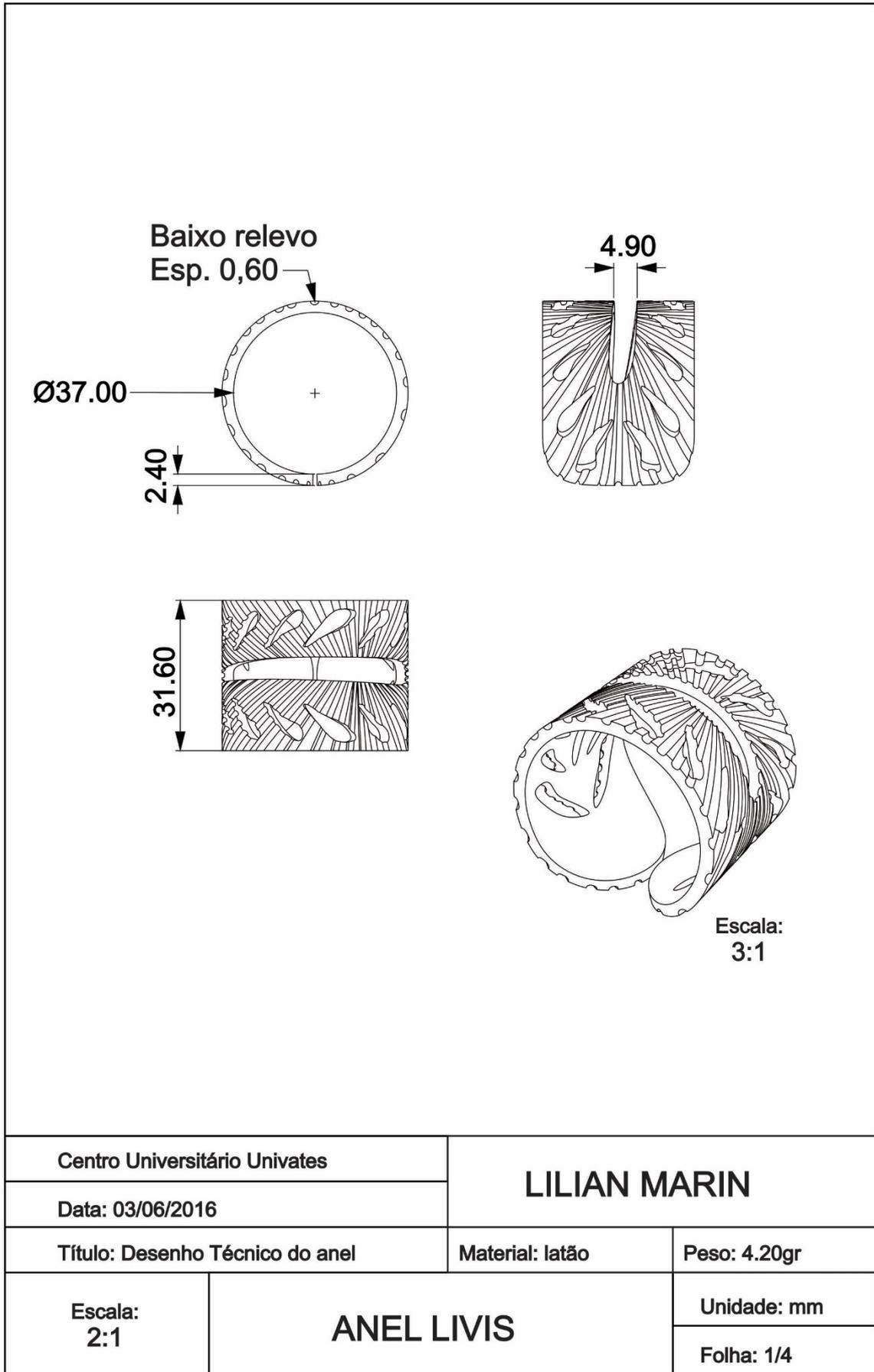
ZIGIOTTO, D.C. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante em plantas *Salvia officinalis* (L) micropropagadas**. Dissertação (Mestrado). 2007. 54f. Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu. UNESP – Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2007. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/posgrad/teses/botanica_me_2007_daniela_zigiotto.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2015.

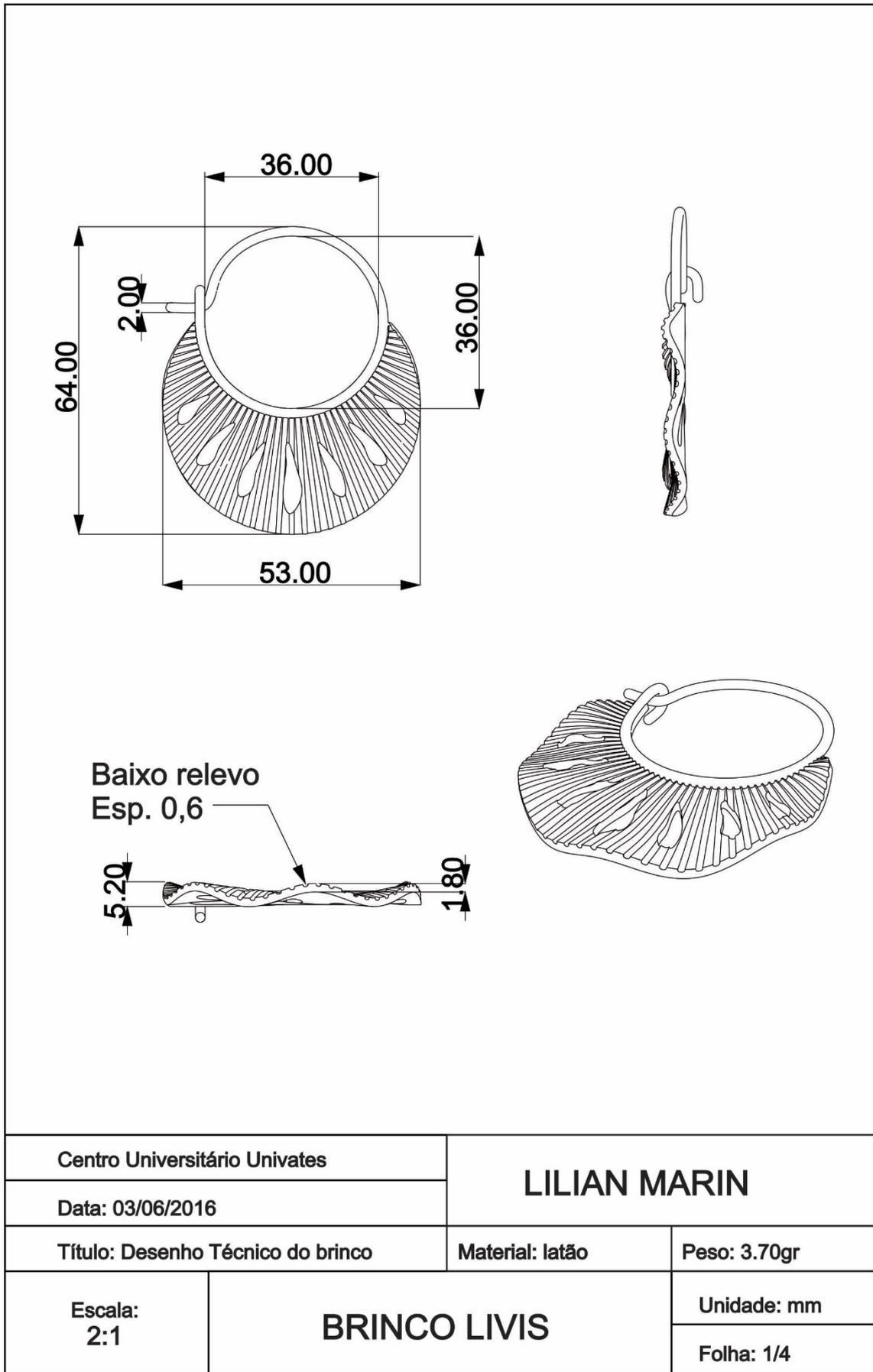
APÊNDICES

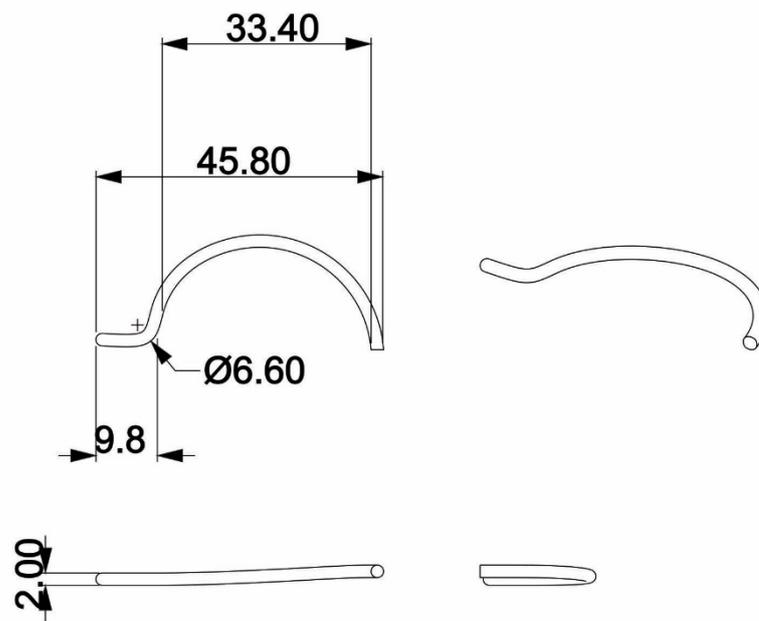
APÊNDICE A - Catálogo da empresa Sert

Anéis					
					
Brincos					
					
Pingentes					
Pulseiras					

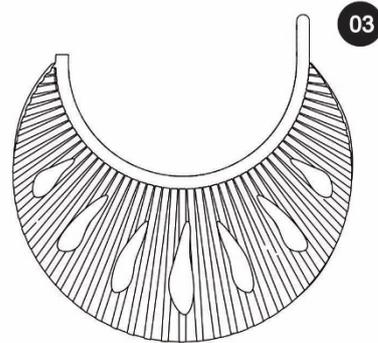
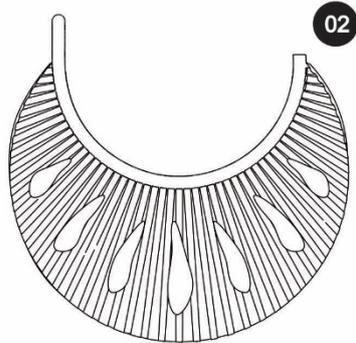
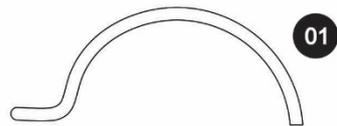
APÊNDICE B - Desenhos Técnicos







Centro Universitário Univates		LILIAN MARIN	
Data: 03/06/2016			
Título: Brinco-Pino		Material: latão	Peso: 0.50gr
Escala: 2:1	BRINCO LIVIS		Unidade: mm
			Folha: 3/4



Nº	DESCRIÇÃO	QTDE
01	Pino do brinco	2
02	Brinco	1
03	Brinco-lado	1

Centro Universitário Univates		LILIAN MARIN	
Data: 03/06/2016			
Título: Brinco-Partes		Material: latão	Peso: 3.70gr
Escala: 2:1	BRINCO LIVIS		Unidade: mm
			Folha: 4/4