

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

LUCIANA JACOCIUNAS CERATTI

DESIGN DE JOIAS CONTEMPORÂNEAS: SOLUÇÕES LEVES E VERSÁTEIS

Porto Alegre

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

LUCIANA JACOCIUNAS CERATTI

DESIGN DE JOIAS CONTEMPORÂNEAS: SOLUÇÕES LEVES E VERSÁTEIS

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Curso de Design de
Produto, da Faculdade de Arquitetura
da UFRGS, como quesito parcial para
obtenção do título de Designer.

Orientadoras:

Prof^a. Dra. Lauren da Cunha Duarte
Prof^a. Dra. Liane Roldo

Coorientadora:

M.Sc. Mariana Kuhl Cidade

Porto Alegre

2013

BANCA EXAMINADORA

LUCIANA JACOCIUNAS CERATTI

DESIGN DE JOIAS CONTEMPORÂNEAS: SOLUÇÕES LEVES E VERSÁTEIS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Designer.

Orientadoras:

Prof^a. Dra. Lauren da Cunha Duarte Prof^a.
Dra. Liane Roldo

Coorientadora:

M.Sc. Mariana Kuhl Cidade

Aprovado em: Porto Alegre, 10 de Dezembro de 2013

Prof^a. Dra. Lauren da Cunha

Prof. Fábio Pinto da Silva

UFRGS

Prof^a. Léia Bruscatto

UFRGS

M.Sc. Mariana Pohlmann de Oliveira

EXTERNO

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso em Design tem como objetivo o desenvolvimento de joias contemporâneas, utilizando materiais convencionais e não convencionais no processo de fabricação. O projeto prevê a utilização de conceitos como contemporaneidade, versatilidade e leveza. A pesquisa monográfica é constituída primeiramente pela fundamentação teórica da joia, estudando seus aspectos históricos, conceituais e econômicos, particularmente, da joalheria contemporânea. Também, ao longo da pesquisa aprofundou-se o entendimento sobre materiais e processos de fabricação na joalheria. Ao final da primeira etapa do projeto foi delimitado o público alvo e as primeiras características (definições preliminares) do projeto foram definidas. Estas definições foram retomadas posteriormente, através dos materiais e métodos de desenvolvimento, junto ao processo criativo, técnico e produtivo das joias, seguido dos resultados e discussões, etapa crucial do trabalho para a conclusão do projeto.

Palavras-chave: design de joias contemporâneas, materiais e processos, versatilidade, leveza.

ABSTRACT

This Course Graduation Project focuses on the development of contemporary jewels, using conventional and unconventional materials in the manufacturing process. The project involves the use of concepts such as contemporaneity, versatility and lightness. The monographic research consists primarily of the jewel's theoretical foundation, then studying its historical, conceptual and economic aspects, particularly of contemporary jewelry. Also, throughout the research, I deepened my understanding of materials and manufacturing processes in jewelry. At the end of the first stage of the project the target audience was defined and the first features (preliminary definitions) of the project were also defined. These definitions were resumed later, through the development of materials and methods, with the creative, technical and production processes of jewelry, followed by results and discussions, crucial stage of labor for project completion.

Keywords: jewelry contemporary design, materials and process, versatility, lightness.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
1.3 METODOLOGIA APLICADA AO PROJETO.....	13
1.3.1 Sistematização do desenvolvimento projetual	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 JOIA: ASPECTOS HISTÓRICOS.....	19
2.1.1 Joia contemporânea	27
2.1.2 Panorama econômico e aspectos socioculturais do consumo de joias	30
2.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA JOALHERIA	31
2.2.1 Materiais convencionais	32
2.2.1.1 <i>Ouro</i>	32
2.2.1.2 <i>Prata</i>	34
2.2.1.3 <i>Gemas</i>	35
2.2.2 Materiais não convencionais	39
2.2.2.1 <i>Madeira</i>	40
2.2.2.2 <i>Couro</i>	43
2.2.2.3 <i>Polímeros</i>	45
2.2.2.4 <i>Aço, Alumínio e Titânio</i>	48
2.3 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO NA JOALHERIA	49
2.3.1 Processos industriais	50
2.3.1.1 <i>Desenho da peça</i>	51
2.3.1.2 <i>Prototipagem</i>	52
2.3.1.3 <i>Fundição por cera perdida</i>	53
2.3.1.4 <i>Acabamento e polimento</i>	56
2.3.2 Avanços tecnológicos	57
2.3.2.1 <i>Laser</i>	58
2.3.2.2 <i>Corte por jato d'água</i>	62

2.3.3 Processos manuais	63
2.3.3.1 <i>Fundição</i>	64
2.3.3.2 <i>Laminação</i>	64
2.3.3.3 <i>Trefilação</i>	65
2.3.3.4 <i>Modelagem da peça</i>	66
2.3.3.5 <i>Acabamento e polimento</i>	68
2.4 MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO	68
2.4.1 Microscópio estereoscópico	68
2.4.2 Microscópio eletrônico de varredura (MEV) e espectroscopia de energia dispersiva (EDS)	69
2.4.3 Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR)	69
2.4.4 Análise metalográfica	70
2.4.5 Ensaio de flexão	71
2.5 VERSATILIDADE DO DESIGN	72
3 PÚBLICO ALVO	79
3.1 RESULTADOS DA ENTREVISTA.....	80
3.2 DEFINIÇÃO DO PÚBLICO ALVO	82
4 DEFINIÇÕES PRELIMINARES	84
4.1 MATERIAIS	84
4.2 PROCESSOS	86
4.3 CONCEITOS DE VERSATILIDADE E LEVEZA.....	86
5 DESENVOLVIMENTO	87
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS	87
5.1.1 Liga metálica	87
5.1.2 Madeira balsa	93
5.2 VALIDAÇÃO DA ENTREVISTA COM PÚBLICO ALVO.....	111
5.2.1 Resultados da validação	113
5.3 CRIAÇÃO	115
5.3.1 Tema de inspiração	115
5.3.2 Geração de alternativas	119
5.3.3 Alternativa definida	126
5.3.4 Execução das peças	127
5.3.5 Apresentação final e validação dos resultados	137

5.3.6 Especificações	147
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	150
6 REFERÊNCIAS	152

1 INTRODUÇÃO

A joia, entendida comumente como ornamento em material nobre, utilizado para embelezar o corpo, vêm sendo produzida pela humanidade desde tempos imemoráveis, havendo indícios de produção de ornamentação pessoal desde a pré-história (GOLA, 2008).

Parece ser inegável o reconhecimento do papel singular das joias como objetos simbólicos, que tem como função ser porta-voz de um discurso que leva às complexas relações construídas pelos homens que as criaram, as possuíram e usaram (CAMPOS, 2011). A joia preserva, através dos tempos, os aspectos históricos e socioculturais do contexto de sua produção e consumo, tornando-se registro e documento da época em que foi produzida.

Segundo Gola (2008, p.15), a joia tornou-se “moeda universal que não perde seu valor material, documento que resiste ao tempo e patrimônio impregnado de sentimento e história”.

Ainda que sem utilidade aparente, a razão para seu uso sempre foi dar visibilidade a características e valores relativos aos sujeitos e à sociedade, como o poder, a beleza e a riqueza, traduzindo-se como signo de distinção e identificação social (FAGGIANI, 2006). Por outro lado, por ser um objeto de uso pessoal, muitas vezes adquirido para marcar ocasiões significativas das vidas dos seus usuários, e que acaba passando de geração para geração, a joia também carrega significados e valores subjetivos de afeto, estima e estilo pessoal (STRALIOTTO, 2009).

Esse objeto, parece ter nos materiais seus principais elementos de definição. Aparentemente, a relação material-joia foi onipresente desde os tempos remotos na joalheira, trazendo consigo questões econômicas como símbolo de riqueza e de poder, qualidades intrínsecas dos materiais nobres utilizados e/ou resultantes do arranjo de seus elementos estético-formais (FAGGIANI, 2006). Ainda que seja possível discutir a variação dos materiais considerados nobres ao longo da história, é evidente a presença da combinação ouro e gemas como matriz da produção joalheira. Quando contêm metais nobres e gemas naturais, as joias possuem valor monetário intrínseco (GOLA, 2008).

Entretanto, no atual cenário da produção joalheira do século XXI, pode-se observar uma explícita mudança no valor associado aos materiais utilizados na produção de joias. Essa mudança ocorre tanto por questões simbólicas, como financeiras e estéticas, à medida que uma grande variedade de tipos de joia, nem sempre providas de critérios tradicionais associados a elas, vem surgindo. Neste âmbito, além do termo joia, tornam-se notáveis outros termos como bijuteria, joia fantasia, joia folheada e bio-joia. Segundo o IBGM (2011), bijuterias, joia fantasia e joia folheada são produtos feitos com metais ou outros materiais que não os metais nobres, porém cobertas com uma camada de metal nobre, em geral, ouro e prata, podendo ou não utilizar gemas naturais ou sintéticas. Estes três termos são análogos, e em geral, confundidos com a definição de joia. Bio-joias, por sua vez, são produzidas com material de natureza orgânica, vegetal ou animal, como sementes, couro e chifres, empregando ou não metais nobres (IBGM, 2011).

Esse novo contexto de mudança no valor dos materiais utilizados na joalheria atualmente, que se expressa independente dos critérios tradicionais da joia, traz traduções da sociedade contemporânea, a então chamada joalheria contemporânea (FAGGIANI, 2006). Esta por sua vez, é evidenciada especialmente por meio do uso de outros materiais além dos materiais nobres (ouro, prata e gemas) em sua confecção, chamados de materiais não convencionais, como madeira, polímero, couro, titânio, entre outros (MAGTAZ, 2008). Também, caracteriza-se pela diversidade de possibilidades formais e conceituais, tendo sua produção vinculada aos fluxos da moda, onde a relevância material é substituída pelo valor da tendência, do desenho e da atualidade (CAMPOS, 2011). Em suma, a joalheria contemporânea, pode ser entendida também pela atual inserção destes materiais “comuns” na joalheria chegando até à esfera da joalheria tradicional, onde se observa, por exemplo, a mistura de ouro e gemas com estes materiais alternativos, a exemplo das grifes de joias como Cartier e Tiffany & Co., que utilizam aço escovado, couro e titânio em suas peças (CAMPOS, 2011).

Como reflexo da competitividade no mercado de joias atual, o designer possui o desafio de ser criativo, inovador e buscar sempre o diferencial para ser capaz de refletir a linguagem da atualidade em seus diversos contextos (CAMPOS, 2011). Melhor do que ninguém, o usuário sente e tem consciência das suas próprias

necessidades, construindo muitas vezes os seus próprios modelos informes em resposta a cada uma das suas necessidades e desejos (MARTINS, 2002).

Em vista disso, soluções personalizáveis de joias, com características adaptáveis e versáteis de design, possibilitam respostas rápidas às mudanças de desejo e necessidades do usuário. Nesse âmbito, conceitos de versatilidade, modularidade e multifuncionalidade se interceptam na proposição de um produto mutável que se modifica segundo as necessidades momentâneas ou futuras do consumidor, agregando uma diferenciação ao mercado atual.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de joias contemporâneas, utilizando materiais convencionais e não convencionais no processo de fabricação aliados à leveza e à versatilidade.

1.1.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos deste estudo:

- a) Conhecer o estado da arte da joalheria contemporânea, dos materiais convencionais e não convencionais, dos métodos de fabricação, da leveza e da versatilidade.
- b) Selecionar materiais e processos de fabricação que sejam adequados à leveza e à versatilidade das peças.
- c) Investigar as exigências dos usuários na utilização de joias, sobretudo quanto à leveza, à versatilidade e fatores ergonômicos.

d) Caracterizar e padronizar os materiais e os processos de fabricação utilizados nesta pesquisa.

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, a joalheria mundial está voltada para o design, que deve ser criativo, bem identificável e corresponder a um mercado consumidor sempre crescente e ansioso por inovações tanto nas técnicas de fabricação, quanto na expressão dos estilos e conceitos escolhidos (IBGM, 2013). Cabe, por sua vez, a todos os profissionais envolvidos, seja na produção artesanal, ou na produção industrial de joias, contribuir para a qualidade do produto final, dentro das exigências do mercado consumidor contemporâneo, que premia a qualidade, a criatividade e o estilo diferenciado, entre outras características (PEDROSA, 2013).

Pode-se observar que a joalheria tradicional há séculos foi vinculada a uma ideia de permanência, de durabilidade eterna. No entanto, hoje, em virtude das mudanças da sociedade, da velocidade de informações, difusão de tecnologias e inovação, em sintonia com as transformações do universo feminino na contemporaneidade, moda e design também multiplicam o significado da joia (CAMPOS, 2011).

Ao se tornar um objeto mais efêmero, aliado às tendências da moda e também pela experimentação de novas formas de ornamento e materiais menos nobres para criar novas propostas, o papel da joia é ratificado enquanto meio de expressão das dinâmicas sociais e individuais elaboradas por aqueles que as criam, possuem e usam (CAMPOS, 2011).

Dentro desse novo conceito de joalheria, múltiplo e mutante, as joias tradicionais convivem lado a lado com joias contemporâneas, produzidas na velocidade da criatividade humana, com múltiplas expressões e possibilidades. Composta pela atual diversidade de suas possibilidades a joalheria contemporânea se torna cada vez mais evidente, sendo um reflexo da fluidez da sociedade pós-

industrial, que se caracteriza pela presença da multiplicidade e da complexidade na configuração dos objetos e de sua relação com o mercado (CAMPOS, 2011).

O mercado atual da joalheria contemporânea é motivado por mudanças dos paradigmas simbólicos, estéticos e principalmente financeiros da sociedade atual. A alta na cotação do grama do ouro nos últimos anos, também é responsável pela mudança do cenário joalheiro, tanto no consumo como no processo de criação de joias (IBGM, 2012).

Segundo reportagem do Boletim Trimestral de Informação da cadeia de gemas, joia e afins, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Gemas e Metais - IBGM, o setor joalheiro sofreu uma das maiores ameaças pela alta na cotação do grama do ouro nos últimos anos (IORIO, 2012). A manutenção do preço do ouro em patamares elevados ocasionou a crescente participação de peças mais leves no mercado, inclusive com a utilização de materiais alternativos, como couro, madeira, borracha, resinas e fibras naturais (IBGM, 2010). Esta inserção de outros materiais pôde também ser vista nas grandes marcas joalheiras, como H.Stern, Tiffany & Co. e Cartier (CAMPOS, 2011).

De fato, a liberdade criativa, de expressão e de inserção de diferentes materiais faz com que a joia contemporânea esteja sempre pronta às diferenciações mais sutis, trazendo consigo uma segmentação muito pertinente à lógica do mercado atual. Por esta razão muitos designers na atualidade estão utilizando novos materiais, novas experiências para correr junto ao mercado comprador e aos outros setores, como a moda (CIDADE, 2012). Segundo o Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM, 2010), as joias contemporâneas são um nicho de mercado em ascensão.

Logo, vale dizer que a definição clássica de joia como “ornamento confeccionado em materiais nobres” parece não contemplar mais, de maneira geral, a produção joalheira da atualidade, uma vez que, a importância, o valor, está na forma, na aparência e não na matéria (PEDROSA, 2013). Junto a este entendimento, a produção contemporânea de joias, para se diferenciar no mercado competitivo, se direciona para um design mais versátil a fim de atender a diversidade de perfis de público, a multiplicação de estilos e a flexibilidade das características identitárias (IBGM, 2010).

1.3 METODOLOGIA APLICADA AO PROJETO

Para definir o melhor processo projetual para o desenvolvimento de uma coleção de joias, tornou-se necessário estudar os autores que tratam de modelos de processos e técnicas de projeto. No decorrer do estudo, foi observada a necessidade de adaptação das propostas ao projeto em questão, em vista de não existir uma metodologia específica orientada ao design de joias, então, baseando-se em outras pesquisas e dissertações na área do design de joias optou-se por utilizar etapas propostas por Löbach (2001).

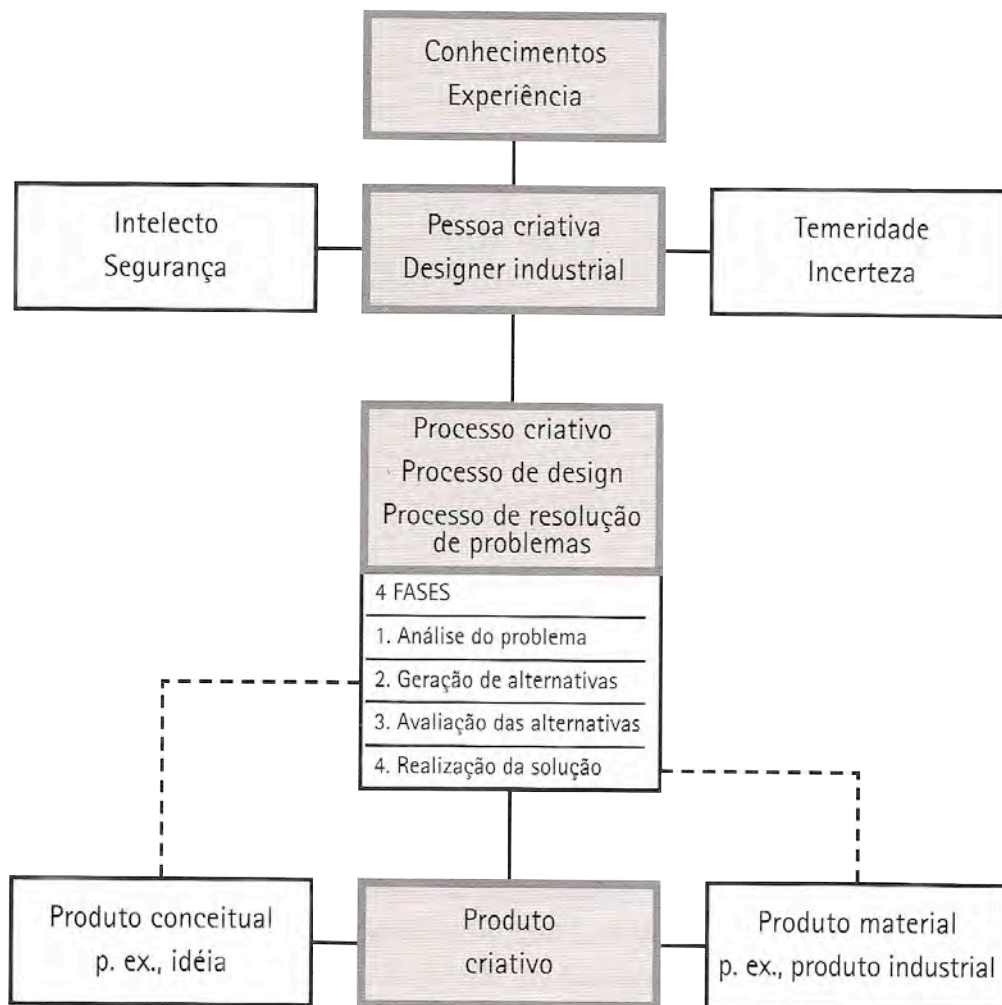
O modelo proposto por Löbach, chamado de Fases do processo de design, coloca como primeiro passo a definição do problema, e que a condição necessária para essa definição é ter o conhecimento dos fatos e dos fatores que o circundam. Para isso, o autor define uma fase anterior ao Processo criativo, Processo de design e Processo de resolução de problemas, denominada “Conhecimentos e Experiência” (Figura 1). Podendo ser considerada a fase da qual os processos vão se derivar de acordo com a capacidade criativa do designer, fica clara a importância de pesquisas, de reunir e analisar todas as informações disponíveis para que aumente a probabilidade de um maior número de soluções.

Os processos citados anteriormente são divididos, de acordo com Löbach (2001), em quatro fases: Fase de Preparação, Fase de Geração, Fase de Avaliação e Fase de Realização. Dispostas não necessariamente nesta sequência, podendo retroceder ou avançá-las, conforme necessidade no projeto.

Na Fase de Preparação o problema é analisado e definido. Para tanto, é realizado um conhecimento do estado-da-arte e coleta e análise de informações de todos os componentes do projeto. Na Fase de Geração, como o próprio nome diz, buscam-se alternativas para solução do problema definido na fase anterior. Estas alternativas são idealizadas e criadas através da escolha de métodos de solucionar problemas que são livremente escolhidos pelo designer, desde métodos de tentativa e erro como inspiração própria. A Fase de Avaliação é caracterizada pela análise de todas as soluções. O processo de avaliação e seleção das soluções ocorre por meio de critérios impostos pelo designer, que filtra as possibilidades mais condizentes aos

objetivos do projeto bem como a viabilidade do mesmo. Por fim, a Fase de Realização, na qual são desenvolvidos os projetos mecânico e estrutural, os modelos tridimensionais para verificação de detalhes, a documentação do projeto, os relatórios, e os desenhos técnicos e de representação, o que finaliza o projeto de produto e o prepara para a produção.

Figura 1: Fluxograma indicando as etapas do processo de design



Fonte: LÖBACH (2001)

1.3.1 Sistematização do desenvolvimento projetual

Com base nas fases de processo de design definidas por Löbach (2001), junto do estudo de dissertações na área do design de joias, definiram-se os quadros 1, 2, 3 e 4 que demonstram as fases de preparação, de geração, de avaliação e de realização, respectivamente, assim como as etapas para o desenvolvimento das fases em questão. A organização do trabalho se encontra segundo formato da norma ABNT NBR 14724:2011.

Na Fase de Preparação (Quadro 1) é realizada uma pesquisa sobre o estado da arte da joia em um âmbito geral, seguida por aprofundamento no tema principal do projeto, joia contemporânea, neste contexto, buscando dados do mercado econômico e aspectos socioculturais do consumo de joias. Ainda, são estudados os materiais e processos utilizados na confecção de joias, trazendo referências utilizadas por profissionais da área. A versatilidade e a leveza são abordadas como tema diferencial do projeto, aliadas à joalheria contemporânea.

Quadro 1: Fase de Preparação



Fonte: O Autor (2013)

Na Fase de Geração (Quadro 2), são apresentadas as definições iniciais, ou preliminares do projeto, como o público alvo, através de uma entrevista com um grupo de consumidoras de joias de idades variadas, e os materiais e os processos que serão utilizados para futuramente atender ao objetivo geral do projeto, a confecção de joias contemporâneas.

Quadro 2: Fase de Geração



Fonte: O Autor (2013)

Na Fase de Avaliação (Quadro 3) são retomadas as definições preliminares do projeto através da caracterização dos materiais escolhidos e, por conseguinte, da seleção de parâmetros para os processos a serem aplicados. É realizada uma análise metalográfica na prata, e, para a seleção de parâmetros de processos, são realizados, entre outros, estudos de corte a laser na madeira balsa. Os materiais foram analisados com o auxílio de um microscópio estereoscópico e microscópio eletrônico de varredura (MEV).

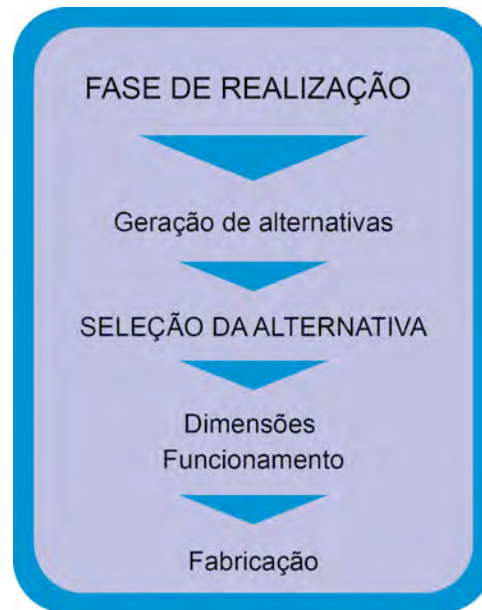
Quadro 3: Fase de Avaliação



Fonte: O Autor (2013)

Concluídas as definições dos materiais e métodos de desenvolvimento do projeto, partiu-se para a última fase do projeto, a Fase de Realização (Quadro 4). Nesta fase são geradas as alternativas das peças, e, após a seleção da alternativa mais condizente com os objetivos do projeto, são estudadas as dimensões e o funcionamento das peças para sua fabricação. O tema utilizado para o desenho das peças foi baseado no Caderno Preview de Design de Joias e Bijuterias 2014, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Gemas e Metais - IBGM, que consiste em um trabalho sistemático de pesquisa e divulgação das fontes de inspiração para as indústrias e designers dos segmentos de joias e bijuterias.

Quadro 4: Fase de Realização



Fonte: O Autor (2013)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 JOIA: ASPECTOS HISTÓRICOS

A joia vem acompanhando a história da humanidade desde os seus primórdios, servindo como registro de diferentes culturas, momentos históricos marcantes e de relações de um indivíduo com determinado grupo (GOLA, 2008). Segundo Löbach (2001), os objetos de uso são um retrato das condições de uma sociedade, para tanto, sendo a joia um objeto de uso pessoal, vale dizer que toda joia serve como veículo de expressão de um sujeito e de seu tempo, sendo reveladora das transformações do indivíduo e, conseqüentemente, da sociedade.

Em sua materialidade de adorno corporal, a joia se torna um objeto simbólico à medida que carrega valores distintos, como a representação do poder, da riqueza, de valores espirituais e até mesmo valores negativos, como a futilidade e a aparência meramente exterior das coisas (GOLA, 2008). Originalmente, o uso da joia como adorno esteve ligado à função de amuleto, utilizado como símbolo de energia, poder e proteção, é comum desde as épocas pré-históricas até os dias de hoje (MAGTAZ, 2008). A Figura 2 exemplifica um amuleto, ou penca de balagandãs, muito utilizado no Brasil do século XVIII pelas escravas e negras, provavelmente, com o propósito de proteção contra o “mau olhado” ou para evocar o lucro material ou como forma de agradecimento de uma benção (MAGTAZ, 2008).

Segundo Gola (2008), a ornamentação pessoal remonta à pré-história, e mais especificamente, ao período Paleolítico (100.000 a.C. – 10.000 a.C.). A maioria dos ornamentos encontrados no período é agrupada em pingentes, contornos recortados, rodela, além de colares. Eram cuidadosamente entalhados em materiais abundantes e de fácil manipulação, como conchas, pequenos crustáceos, caracóis, pedras, ossos e dentes de animais, além de sementes, que eram amarrados com cordões de fibra vegetal (GOLA, 2008).

Figura 2: Amuleto formado por balagandãs do século XVIII



Fonte: MAGTAZ (2008)

No período Neolítico (10.000 a.C. – 2.000 a.C.), novas tendências foram incorporadas aos adornos pessoais. A aplicação de novos materiais mais resistentes, como materiais vulcânicos, gemas, cobre e ouro, possibilitou a produção de peças mais elaboradas e complexas, como anéis e braceletes (GOLA, 2008). Segundo Gola (2008), é provável que uma das primeiras formas trabalhadas em metal tenha sido em ouro, pelas características de resistência e maleabilidade do metal.

Na chamada Idade do Bronze (2.500 a.C. – 1.800 a.C.), técnicas e desenhos para a construção de joias em ouro, como também em prata, foram desenvolvidas e aprimoradas, tornando mais efetiva a produção de joias nesses metais (GOLA, 2008).

Já na Idade de Ferro (1.200 a.C. – 1.000 a.C.), o grau de precisão das técnicas aplicadas na joalheria evoluiu, tendo em vista o advento de ferramentas em ferro. Técnicas como granulação (que utiliza minúsculas esferas de metal para formar desenhos e dar um aspecto mais rústico à peça) e outras técnicas decorativas se tornaram características do trabalho dos fenícios (GOLA, 2008). Os etruscos também utilizavam a técnica de granulação assim como a técnica de filigrana (consistindo num fio de ouro extremamente fino e delicado que é torcido e

retorcido de modo a formar desenhos), nestas, atingindo grau de perfeição (PEDROSA, 2003). No Egito, o trabalho em ouro era preferido entre outros metais, devido a sua cor, que representava o poder do Sol, a divindade máxima. Tanto no Egito como também na Mesopotâmia, a combinação do ouro com gemas de cor tornou-se popular, sendo as favoritas a lápis-lazúli, turquesa e cornalina, que, respectivamente, significavam o céu, o mar e a terra (GOLA, 2008).

Na Grécia, após seu período inicial, cujo estilo artístico era caracteristicamente geométrico com predominância do ouro nas peças, é possível identificar três fases na história da joalheria grega: a arcaica, a clássica e a helenística. Na fase arcaica (600 a.C. - 475 a.C.), junto ao ouro inicia-se a utilização de gemas e peças esmaltadas em motivos florais. Na fase clássica (475 a.C. – 330 a.C.) o domínio das formas humanas nas esculturas ditava a predominância de trabalhos mais orgânicos e fluídos nas joias. A fase helenística (330 a.C. – 27 a.C.), por sua vez, é a mais elaborada, detalhada e decorada de todas (PEDROSA, 2004). Caracterizou-se pela técnica do camafeu (trabalho em relevo, na época, realizado em pedras duras), assim como pela representação mais realista de figuras humanas em brincos, colares e pulseiras (GOLA, 2008).

No início da Idade Média, safiras, rubi, esmeralda e diamante, assim como pérola, eram as gemas mais utilizadas. Segundo Pedrosa (2004), no século XIV, a importância das gemas era tão significativa que surgiu uma divisão pejorativa entre gemas de maior e menor valor. Foi então regulamentado que somente safiras, rubi, esmeralda, diamante e pérola poderiam ser cravadas em ouro, e, gemas menos duras como a ametista e a granada seriam trabalhadas em prata (SCHUMANN, 2006). Outro fato marcante, por volta do século XV, foi o desenvolvimento da técnica de lapidação (GOLA, 2008), sendo a lapidação das facetas o principal ofício da Idade Média, até então, somente as faces naturais das gemas eram polidas ou as gemas eram lapidadas na forma de cabochão¹.

No período do Renascimento, artistas renomados se destacaram na produção joalheira, patrocinados pela aristocracia criaram joias a fim de promover o desenvolvimento de técnicas como a esmaltação, a cravação, a gravação e a

¹ Lapidação sem facetas.

² Processo de conformação mecânica que consiste no esforço de compressão que um martelo faz sobre o corpo

fundição. A mitologia, a história clássica e as cenas bíblicas eram as temáticas de maior interesse na época, motivos que derivaram da arte clássica e dos temas religiosos da Idade Média. Além do avanço nas técnicas de produção, a lapidação também obteve desenvolvimento significativo (PEDROSA, 2005; GOLLA, 2008).

Enquanto o Renascimento era o estilo em voga na joalheria da Europa no século XVI, ao mesmo tempo, portugueses e espanhóis chegavam às Américas. Os portugueses, por sua vez, chegaram à costa brasileira e encontraram as tribos indígenas, que se adornavam com penas de pássaros coloridas (Figura 3), sementes e ossos de animais ou aves (PEDROSA, 2005). Segundo Golla (2008), ainda hoje, uma pulseira de penas, para os indígenas, tem tanto valor quanto uma pulseira de diamantes na cultura europeia, e esse valor é proporcional à raridade do pássaro.

Figura 3: Par de brincos de arte plumária brasileira



Fonte: Museu de Arqueologia e etnologia, MAE-USP (2013)

Após a chegada dos portugueses e espanhóis nas Américas, inicia-se um intercâmbio acentuado de materiais descobertos nas colônias, entre eles gemas, prata e ouro, este último, atingindo o auge de produção no final do século XVI (GOLLA, 2008). Segundo Magtaz (2008), nos primórdios da joalheria brasileira, após a vinda família real, trazendo consigo mestres ourives, as joias brasileiras eram uma

cópia fiel do que se criava na Europa, ou então, eram importadas de Portugal, como descreve Gola (2008). Porém, aos poucos as técnicas de ourivesaria foram sendo passadas aos escravos, mulatos e índios, que aprendiam com rapidez e tornavam-se artistas, porém sempre controlados pelas leis da coroa portuguesa, que fiscalizava a produção colonial de ouro e gemas (MAGTAZ, 2008). A cópia das joias portuguesas, só deixou de ser praticada a partir do momento que novas inspirações foram surgindo como temáticas na joalheria, assim, mestres passaram a enraizar seus estilos em outras culturas (negras ou indígenas) e materiais e as diferenças entre as joias brasileiras e europeias acentuaram-se (GOLA, 2008).

Com a descoberta do ouro e de diamantes no Brasil, a joalheria portuguesa passa a dispor de uma grande fortuna no século XVIII (MAGTAZ, 2008). Joias mais uniformes na sua decoração e design, destacando as gemas tomaram lugar das joias com concepções religiosas até então produzidas, e o naturalismo, por sua vez, passa a ser tema de inspiração tanto em Portugal como em toda a Europa (GOLA, 2008). A utilização das joias como adornos passa a ter o objetivo de demonstração pública de riqueza, poder ou convicção religiosa. Diamante, safiras, esmeralda, rubi e pérola eram as gemas mais apreciadas na época (MAGTAZ, 2008).

Na Europa no início do século XIX, segundo Gola (2008), além dos materiais já utilizados na joalheria até então, destacam-se novas influências e diversificações na produção europeia. Na Alemanha, surgem joias feitas em ferro fundido e peças esculpidas em marfim; na Suíça, destaca-se o desenvolvimento de peças esmaltadas, como relógios e correntes; e na Itália, especializaram-se em contas de vidro e correntes de ouro, filigrana em prata, assim como corais e camafeus esculpidos (GOLA, 2008).

Ainda no século XIX, com a Revolução Industrial, em suas diferentes fases, o consumo de joias de materiais nobres tornou-se mais acessível a uma parcela maior da sociedade em função do advento da produção em série e do estágio econômico da sociedade, próspero, luxuoso e elitizado, que possibilitava comprá-las (GOLA, 2008). Segundo Pedrosa (2005), joias recobertas de diamantes eram a característica da época.

Como reflexo da massificação dos produtos nesta época, a sociedade passou a apresentar gostos mais superficiais. É então que joalheiros europeus passaram a

compor joias inspiradas no século XVIII, período chamado de Belle Époque, como reação à banalidade das joias recobertas de diamantes no período da Revolução Industrial (PEDROSA, 2003). Movimentos artísticos como o Art Nouveau e o Art Decó surgem com força e influenciam a joalheria e a moda, uma vez que procuravam romper com o estilo de vida habitual da época, objetivando o retorno da relação particular com os objetos (MAGTAZ, 2008; GOLLA, 2008).

Estes estilos artísticos possuíram ideais de tornar os valores estéticos mais acessíveis às massas, introduzindo assim novas formas e principalmente diferentes materiais, como ferro, bronze, vidro, marfim, chifres de animais, madrepérolas e gemas menos valorizadas, estes, a partir de então “escolhidos mais pela sua qualidade estética do que por seu valor intrínseco” (PEDROSA, 2003).

A natureza foi o estilo preferido do Art Nouveau, cuja inspiração para os motivos representados nas joias vinha das recentes descobertas nas ciências naturais, como da biologia bem como da fauna e da flora dos países orientais, e a elegante feminilidade da época (GOLLA, 2008).

A estilização das formas da natureza era representada por modelos assimétricos e orgânicos, como exemplo da joia de René Lalique (Figura 4), principal artista representante do estilo que criou joias para grandes joalherias como Cartier e Boucheron (GOLLA, 2008; FAGGIANI, 2006).

Este período foi também cenário de grande desenvolvimento de joalherias tradicionais como Cartier, Fouquet, Van Cleef & Arpels e Boucheron, como também, de novas joalherias como a italiana Bulgari e a americana Tiffany & Co. (GOLLA, 2008; MAGTAZ, 2008). Pode-se dizer, que a Cartier foi reconhecida por inaugurar, na joalheria, o estilo Art Decó, uma vez que passaram a inovar em formas simétricas e geométricas, em oposição às formas sinuosas do Art Nouveau (PEDROSA, 2005; CORBETTA, 2007).

Figura 4: Joia em ouro e esmalte



Fonte: MUSEU CALOUSTE GULBENKIAN (2013)

Segundo Gola (2008), as características formais do Art Decó foram inspiradas nas expressões artísticas do cubismo, nas cores vibrantes do fauvismo, assim como nos construtivistas russos e no abstracionismo, retratando por meio destes, a velocidade do novo século. Outra característica marcante do estilo, esta muito influenciada pela crise econômica de 1929, foi o advento de materiais sintéticos na joalheria, a exemplo dos primeiros polímeros, como o baquelite e outros metais industriais como o níquel, o cromo e o alumínio (GOLA, 2008).

No Brasil, o desenvolvimento da indústria joalheira decorreu em meio a Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), trazendo uma mistura de características do Art Decó e da Era Industrial (GOLA, 2008). Segundo Gola (2008), as joias da década de 1940 chamaram-se de “coquetel”, sendo criadas em um contexto de crises e mudanças sociais, encontraram nas geometrias leves, feitas com ouro forjado² a maneira de continuar reproduzindo o efeito de ostentação em meio à crise, uma vez que simulavam peças grossas e pesadas (Figura 5).

² Processo de conformação mecânica que consiste no esforço de compressão que um martelo faz sobre o corpo metálico apoiado sobre uma base (que pode ou não ser um molde) deformando-o na geometria desejada (LIMA, 2006).

Figura 5: Broche do estilo “coquetel”



Fonte: GOLLA (2008)

Na Europa, ao término da Segunda Guerra Mundial que ocasionou o fim das privações, no entanto ocasionando, também, a escassez de metais e gemas. Os joalheiros que conseguiram manter seu negócio passaram a experimentar e construir peças com materiais banhados³ a ouro (CAMPOS, 2011). Em meio a este cenário de pós-guerra, que inibiu a exibição de fortuna e luxo na forma de joalheria surge o design de peças que imitavam as joias, as bijuterias (GOLLA, 2008).

Os anos de 1960 – 1970 foram marcados por uma ruptura dos padrões até então vigentes, por forte reação à forma tradicional e comercial da produção de joias, assim como por transformações sociais e morais (GOLLA, 2008). A moda, neste contexto, se torna efêmera devido à variedade de tendências e mudanças dos hábitos da nova sociedade jovem, que a partir de então passa a potencializar a ideia de livre-expressão e valorizar as diferenças individuais, a exclusividade e expressividade de uma joia única (CAMPOS, 2011). A relação joalheria – moda evidenciou a busca de materiais diferentes, como madeira, papel e polímero, por muitos designers a fim de enquadrar suas peças nos novos parâmetros da sociedade (GOLLA, 2008).

³ Superfície do material é recoberta com uma camada de ouro (KLIUGA, 2009).

As joias de imitação, sem a utilização de materiais nobres, se tornam acessórios procurados pela alta sociedade, que passa a substituir suas joias tradicionais por formas mais modernas e mais vistosas (GOLA, 2008). Muitas grifes do campo da moda aderiram às joias de imitação, como Balenciaga, Dior, Givenchy e Chanel, esta última destacando-se pela revolução nos modelos, nos materiais e nos sentidos da ornamentação pessoal (GOLA, 2008; CAMPOS, 2011).

Foi na década de 1970 que a joia de imitação, atingiu o seu auge, o que levou as indústrias joalheiras à necessidade de inovação nas suas criações (GOLA, 2008). Segundo Gola (2008, p.124), “a década de 1970 pode ser considerada o único período da história em que a ornamentação com joias genuínas esteve fora de moda”. Uma nova geração de designers trouxe novas ideias e conceitos além de novos materiais à produção da época, como o titânio, resinas, espelho, polímero e gemas de menor valor, tanto em vista dos novos padrões estéticos como pelo aumento do preço do ouro, que desde então começou a transformar a joalheria até os dias de hoje (CORBETTA, 2007).

Estas mudanças ganham repercussão mundial, e, no Brasil, nota-se uma revolução na joalheria, a joia passa a ocupar o papel de obra de arte, ultrapassando os clichês das joias tradicionais de ostentação e com status de poder, associadas no passado (CAMPOS, 2011). Neste momento, o papel do designer de joias brasileiro passa a ser reconhecido mundialmente, uma vez que exposições de joias são introduzidas no circuito das artes, indo até mesmo para a Bienal (MAGTAZ, 2008).

2.1.1 Joia contemporânea

Segundo Gola (2008), até final dos anos 1990, as indústrias de joias brasileiras seguiam as tendências das joias internacionais, sendo em sua maioria, cópias destas. Em termos de tecnologia, as indústrias no Brasil se assemelhavam às estrangeiras, todavia, as joias brasileiras ainda eram consideradas inferiores, uma vez que deixavam a desejar por questões de confecção e acabamento, assim como por originalidade (GOLA, 2008). Com a abertura do mercado, as importações trazem consigo a concorrência, o que provoca uma reformulação nas joalherias nacionais.

Surge então, segundo Gola (2008), a necessidade de adquirir tecnologia e materiais próprios, assim como um maior conhecimento das tendências de mercado para o desenvolvimento de soluções estéticas próprias. A partir deste contexto, o propósito das joalherias se tornou manter-se no padrão competitivo de qualidade e produtividade dentro da indústria (GOLA, 2008).

A manifestação da joalheria contemporânea surge como uma tendência que permite espaço para a experimentação de diferentes materiais e para a criação livre, efetiva e sem preconceitos de produtos inovadores (FAGGIANI, 2006). Segundo Faggiani (2006), o segmento de joias contemporâneas visa atender aspectos do novo luxo da sociedade atual como, por exemplo, o conforto. Na joalheria contemporânea não existem regras definidas para a criação ou elaboração de joias, cada designer têm seu método pessoal e inúmeras fontes de inspiração, não estando preso a um único estilo como ocorria nas épocas passadas (WAGNER, 1980). Além disso, não está totalmente desligada da joalheria tradicional, uma vez que provém da arte e do ofício tradicional (CLARKE, 2013).

Atualmente, a joalheria brasileira está voltada para o desenvolvimento do design. As joias brasileiras já são identificadas pelo traço jovem e leve, pela variedade de cores e pela beleza das peças. As fronteiras entre a joalheria, a escultura, a arte performática e a moda estão constantemente em expansão e não existem mais preconceitos quanto à utilização de materiais e técnicas não convencionais (MAGTAZ, 2008). Segundo Clarke (2013), o designer contemporâneo toma a liberdade de explorar os materiais os mais variados que compõem o mundo, e de inventar o método apropriado para cada tipo de exploração.

O conceito de joia contemporânea não deve ser confundido com as joias de imitação, melhor dizendo, bijuterias, citadas anteriormente, uma vez que a joalheria contemporânea agrega outros tipos de materiais aos materiais nobres, não excluindo estes últimos como ocorre nas bijuterias. Segundo Gola (2008), ainda que pudesse ser considerada joia, pela criatividade e pelos modelos praticamente exclusivos, a joia de imitação (bijuteria) não se inclui nessa categoria, por causa dos materiais não nobres.

Para melhor compreensão dos diferentes termos utilizados na joalheria foi criado o Quadro 5 como apoio para melhor distinguir os termos adorno, joia, joia

contemporânea, bijuteria, joia fantasia, joia folheada e bio-joia, geralmente confundidos e/ou utilizados erroneamente tanto por leigos quanto por profissionais da área de design de joias.

Quadro 5: Termos da joalheria

Termo	Conceito
Adorno	Objeto com a finalidade de ornamentação ao corpo. Confeccionado desde a pré-história com a utilização de materiais de baixo valor intrínseco, como conchas, rochas, ossos, penas de pássaros, etc.
Joia	É toda peça confeccionada com materiais nobres: gemas e metais nobres como ouro, prata, platina e paládio.
Joia contemporânea	Joia confeccionada com a adição de materiais não convencionais (madeira, polímeros, couro, aço, titânio, etc.) aos materiais nobres.
Bijuteria Joia Fantasia Joia Folheada	É conhecida como peça de pouco valor intrínseco, caracterizada por não utilizar materiais nobres em sua confecção, e sim metais como latão, zamac, entre outros, e banhadas a ouro, prata ou ródio.
Bio-Joia	É produzida com materiais de natureza orgânica, vegetal ou animal, como sementes, folhas e frutos, capins, madeiras, couro, chifres e ossos de animais, empregando ou não metais nobres.

Fonte: Adaptado, IBGM (2011)

Segundo o Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM), as joias contemporâneas são um nicho de mercado em ascensão. Ao traduzir as inquietações do nosso tempo, elas causam nos consumidores, que buscam a

individualidade em suas expressões estéticas, forte identificação. O caráter de contemporaneidade possibilita que o designer de joias apresente sua visão sobre os caminhos da joalheria de uma época em plena formação.

Longe da senilidade *old fashion* do estilo ostentatório, o design de joias brasileiro tem como motor criativo a busca da pura beleza e dos sentidos do afeto. Desta maneira, já nasceu moderno e hoje, expressa, em sua juventude, o vigor da joalheria contemporânea do século XXI (Introdução do Catálogo dos 30 finalistas de Prêmio IBGM de Design, 2012).

2.1.2 Panorama econômico e aspectos socioculturais do consumo de joias

O fortalecimento da indústria joalheira no Brasil ocorreu, inicialmente, com o objetivo de concorrer com o produto importado ou contrabandeado. O crescimento de demanda, proporcionado pelo Plano Real, contribuiu para essa consolidação. Posteriormente, a partir do final dos anos 1990, este fortalecimento se tornou efetivo com a melhor exploração de seu potencial exportador, considerando produtos de maior valor agregado, que têm sido, nos últimos anos, o seu vetor de crescimento. Nesse período, o segmento joalheiro soube desenvolver estilo e design próprios, explorando símbolos da cultura, fauna e flora nacionais, além da variedade de gemas e matérias-primas existentes no país (IBGM, 2013).

O design brasileiro é, hoje, reconhecido internacionalmente por sua imagem alegre, colorida e criativa, com movimento e sensualidade (IBGM, 2013). Segundo Campos (2008), o entendimento que a joia tem uma forte ligação com o design e a moda vem garantindo um novo posicionamento de mercado para o Brasil, pois dessa ligação acaba-se gerando a preocupação com o rejuvenescimento estético por parte das indústrias para atender a contínua solicitação por novidades, o que é característico do mercado da moda. Para os designers este fato torna-se facilitador, pois encontram uma indústria aberta a novas experiências, disposta a fazer uso de novos materiais, explorar novas ideias, implementar novos processos para acompanhar a dinâmica do mercado. Para Corbetta (2007), pode-se observar que assim que algo entra na moda já se inicia o seu ciclo de declínio, afirmando a característica efêmera da mesma. Enquanto a moda pode ser considerada um

registro sensível da época que ocorre, uma joia com design diferenciado pode tornar-se símbolo da época.

No entanto, a confecção de joias contemporâneas e a crescente utilização de diferentes materiais na joalheria não estão somente atrelados às mudanças estéticas e simbólicas da sociedade, mas também, ao panorama econômico ao qual estamos inseridos. Este panorama é evidenciado pela alta na cotação do grama do ouro nos últimos anos. Segundo Iorio (2012), esta alta na cotação foi uma das maiores ameaças para o setor joalheiro, que, nos últimos meses de 2012, atingiu a média de R\$115,00 o grama, comparada com a cotação de R\$97,00 no fim de 2011 e, de R\$85,00 em 2010. Adicionando a isto, o ouro foi considerado o melhor investimento no último trimestre, ótimo para os investidores, porém péssimo para o setor joalheiro. Com esta alta de 35% entre 2010 e 2012, sem contar a expressiva alta de mais de 100% nos cinco anos anteriores, o mercado interno de joias sofreu uma grande perda para outros setores, como dos chamados produtos tecnológicos (celular, ipod, notebook, etc.), hoje os principais concorrentes das joias.

É neste contexto que a utilização de outros materiais e processos de fabricação que possibilitem, entre outros fatores, a criação de produtos mais leves, com menos ouro e ainda diferenciados, surge como ferramenta de inovação para atender às transformações do mercado joalheiro. A joia contemporânea, por sua vez, para inovar pode ganhar uma nova forma, esteticamente agradável aos olhos e, principalmente, confortável.

2.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA JOALHERIA

Nesta seção serão apresentados os materiais frequentemente utilizados na joalheria, os materiais convencionais e os materiais não convencionais, estes últimos, inseridos na joalheria contemporânea.

2.2.1 Materiais Convencionais

Segundo Márcia Pompei (2013), o metal é o elemento básico e fundamental de uma joia, este tendo a aplicação de gemas ou não. De fato, a joalheria tradicional se caracteriza pelo amplo uso de metais nobres associados ou não a gemas.

De acordo com a entidade internacional reguladora do segmento joalheiro no mundo, The World Jewellery Confederation (CIBJO, 2013), metais nobres são elementos químicos de alto valor econômico. Os metais nobres são organizados em três subgrupos: ouro (Au) e ligas de ouro; prata (Ag) e ligas de prata; e metais tipo platina (Pt): platina, paládio, ródio, rutênio, irídio e ósmio. Os mais utilizados na joalheria são o ouro e a prata, também utilizados em aplicações industriais e de alta tecnologia (LESKO, 2004).

2.2.1.1 Ouro

Considerado o metal mais nobre de todos, o ouro foi o mais utilizado na joalheria desde os tempos antigos, quando o homem aprendeu a manipular o metal, até os dias de hoje (MAGTAZ, 2008).

O ouro possui propriedades muito favoráveis que justificam sua grande utilização na joalheria: o ouro puro não oxida⁴ ou corrói⁵; pode ser fundido e moldado em praticamente qualquer forma; seu estado puro possui uma tonalidade amarela natural diferente dos outros metais que têm tonalidades prata ou cinza, com exceção do cobre e deixa-se polir facilmente, de forma que é possível produzir uma superfície altamente refletora (KLIAUGA, 2009).

Segundo Lima (2006), por ser muito maleável para a aplicação em joias, o ouro puro, 24k, é ligado a outros metais, normalmente cobre e prata, em porcentagens estabelecidas a fim de aumentar sua resistência mecânica, sua

⁴ Surgimento de fina camada de óxido na superfície do metal, quando em contato com o oxigênio (LIMA, 2006).

⁵ Transformação do metal pela sua interação química ou eletroquímica em um determinado meio de exposição (KLIAUGA, 2009).

dureza, baixar seu ponto de fusão e alterar sua cor, além de reduzir seu custo. O Quadro 6 demonstra as possíveis variações na coloração do ouro.

Quadro 6: Variações das cores do ouro

OURO + PRATA 17% + COBRE 8%	OURO AMARELO
OURO + PRATA 8% + COBRE 17%	OURO ROSA
OURO 75% + COBRE 25%	OURO VERMELHO
OURO 75% + PALÁDIO 25%	OURO BRANCO
OURO 75% + PRATA 25%	OURO VERDE

Fonte: Adaptado, KLIAUGA (2009)

Segundo Callister (2006), o ouro é um metal nobre, de símbolo Au, número atômico 79, dureza 2.5 na escala de Mohs e elevada densidade, de 19,3 g/cm³. É o mais maleável e o mais dúctil de todos os metais e não reage com a grande maioria dos produtos químicos, com exceção ao cloro e ao bromo (CALLISTER, 2006). Apresenta-se no estado sólido na temperatura ambiente, apresenta estrutura cristalina cúbica de faces centradas e ponto de fusão de 1063°C (CALLISTER, 2006). Na joalheria, é descrito em termos de quilates (k), para indicar sua proporção na liga (Quadro 7).

Quadro 7: Relação entre quilates, porcentagem e pureza do ouro na liga

Quilates (ct ou k)	Porcentagem (%)	Pureza
24	100	1000
22	91,7	917
18	75	750
16	66,7	667
14	58,5	585
12	50	500

Finte: Adaptado, KLIAUGA (2009)

No Brasil, a porcentagem de ouro nas ligas normalmente utilizadas na confecção de joias é 75%, ou seja, ouro 750 ou 18k, de acordo com o IBGM (2013).

2.2.1.2 Prata

A prata, no latim *argentum*, em seu estado puro, assim como o ouro, é muito maleável para a maioria das aplicações, desse modo também é frequentemente ligada a outros metais para alterar suas propriedades mecânicas, em geral, é ligada ao cobre (MAGTAZ, 2008).

É um metal nobre, de símbolo Ag, número atômico 47, densidade de 10,7 g/cm³, dureza 2.5 na escala de Mohs e ponto de fusão a 962°C (CALLISTER, 2006). Apresenta-se no estado sólido à temperatura ambiente e sua estrutura cristalina é cúbica de face centrada (CALLISTER, 2006). É caracterizado pela cor branca e brilho intenso, sendo o metal de maior capacidade de reflexão, melhor condutibilidade elétrica e térmica entre todos os metais existentes (LIMA, 2006). Ao contrário do ouro, com o tempo a prata sofre oxidação, também em contatos com produtos químicos, porém se trata de uma oxidação superficial que não afeta a qualidade da joia e pode ser removida (KLIAUGA, 2009). Para tanto, é comum a aplicação de banho de ródio (Rh) nas peças em prata uma vez que este metal não oxida, além de propiciar brilho e durabilidade, evitando o contato da prata com o meio externo (KLIAUGA, 2009).

Na joalheria, segundo o CIBJO (2013), utiliza-se principalmente duas ligas de prata na confecção de joias: prata esterlina (925, ou seja, 92,5% de prata na liga) e prata britânica (95,8% de prata na liga). No Brasil, as ligas utilizadas são 925 e 950 (MAGTAZ, 2008).

Ainda se tratando de um metal nobre, por uma questão cultural, vinha sendo desvalorizada ao ser direcionada a joias mais simples, modestas, geralmente associadas a gemas mais comuns de menor valor comercial. No entanto, devido à valorização crescente e acentuada do grama do ouro dos últimos anos, alguns modelos de joias acabam se tornando impraticáveis para produção em ouro (IBGM, 2012). Diante deste contexto, o mercado joalheiro precisou se adaptar a essa realidade, resgatando a prata, associando-a ou não ao ouro e gemas, inclusive diamantes, valorizando-a através de conceito, design e marca (FAGGIANI, 2007), como exemplo da Tiffany & Co. (Figura 6).

Figura 6: Anel de prata com diamantes Tiffany



Fonte: TIFFANY & CO (2013)

2.2.1.3 Gemas

A maioria das gemas são naturais, minerais inorgânicos que possuem composições químicas e estruturas específicas (CIBJO, 2013). Segundo Schumann (2006), as gemas são principalmente minerais, como o diamante; minerais agregados, como a jade; ou mais raramente rochas, como a lápis-lazúli. Algumas são de origem orgânica, como é o caso do âmbar, do coral e da pérola; além de outras de origem sintética (SCHUMANN, 2006). Existem muitas terminologias para as gemas, como podemos visualizar no Quadro 8.

Quadro 8: Nomenclatura das gemas

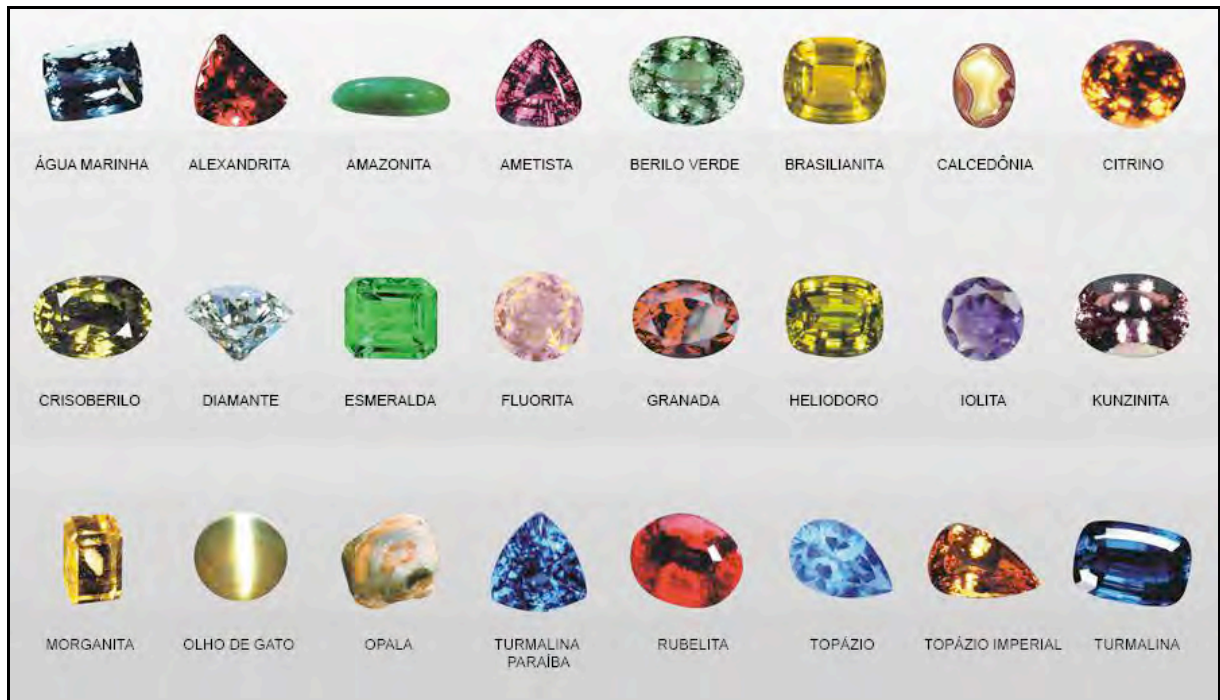
Terminologia	Características
Gemas naturais	São caracterizadas por livre formação na natureza, sem interferência ou manipulação do homem em seu processo de formação. Podem ser agrupadas de acordo com sua composição química, como por exemplo, diamante, grupo do coríndon (rubi e safira), grupo berilo (esmeralda e água-marinha), topázio, grupo da turmalina, grupo da granada, grupo do quartzo (ametista e citrino) e gemas orgânicas (pérola, marfim, azeviche e coral).
	São gemas naturais que recebem algum beneficiamento para melhorar suas

Gemas tratadas	características (cor, transparência, pureza, etc.). Como exemplo, podemos citar o citrino, que é obtido da ametista submetida a tratamento térmico.
Gemas sintéticas	São produzidas em laboratório que possuem a mesma composição química e estrutura cristalina de suas correspondentes naturais.
Gemas artificiais	São produzidas em laboratório que não possuem similares na natureza. Por exemplo, a zircônia cúbica, utilizada como imitação do diamante.

Fonte: Adaptado, SCHUMANN (2006)

O Brasil é reconhecidamente privilegiado por sua riqueza e variedade de minerais e gemas, ocupando com destaque uma das nove províncias gemológicas espalhadas pelos cinco continentes (CORNEJO, 2010). Está entre os principais produtores de esmeralda e topázio (imperial, azul e incolor) e o maior produtor mundial de turmalina (de todas as cores, inclusive a Paraíba), de quartzo (incolor, rutilado, ametista e ágata) e de berilos (água-marinha, morganita e heliodoro) (CORNEJO, 2010). Atualmente, estima-se que o país seja responsável pela produção de cerca de 1/3 do volume das gemas do mundo, excetuados o diamante, o rubi e a safira (IBGM, 2013). A Figura 7 apresenta as gemas de produção brasileira.

Figura 7: Gemas do Brasil



Fonte: Adaptado, IBGM (2013)

A gema mais conhecida e valorizada comercialmente é o diamante e as demais utilizadas na joalheria são denominadas gemas de cor ou coradas (IBGM, 2013).

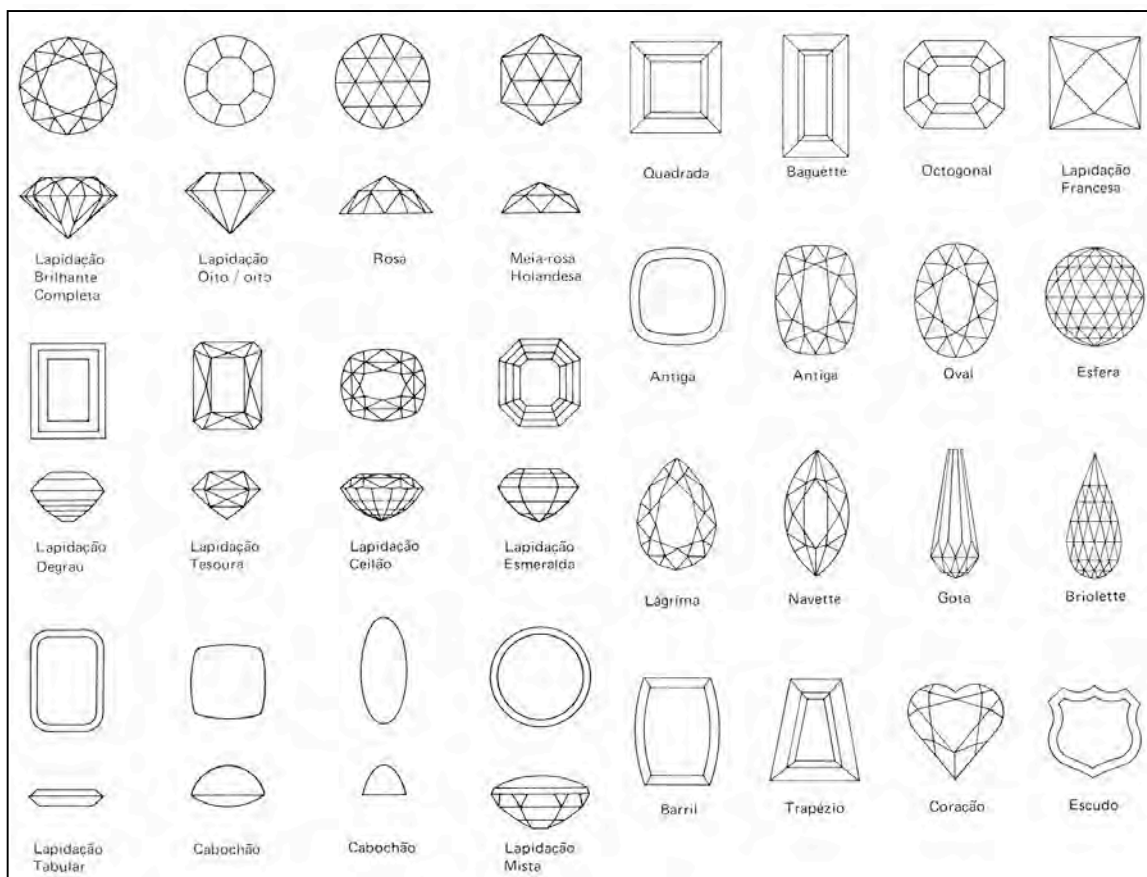
Segundo Schumann (2006), a unidade básica de pesagem das gemas é o quilate (ct), sendo um quilate equivalente a um quinto (0,2) de um grama, e também, é dividido em 100 unidades chamadas de “pontos”, dessa forma, meio quilate (0,50ct) pesa 0,1g ou 50 pontos. Quando as gemas são determinadas por dimensões, o tamanho é expresso em milímetros (SCHUMANN, 2006).

Tradicionalmente e erroneamente as gemas eram classificadas em “preciosas” e “semipreciosas”; a primeira categoria foi determinada, sobretudo, pela sua história de uso reservado às classes mais ricas, reis, nobres e altos líderes religiosos (SCHUMANN, 2006; MAGTAZ, 2008). Somente cinco tipos de gemas eram consideradas preciosas: diamante, rubi, safira e esmeralda. Hoje em dia, todas as gemas são consideradas preciosas, embora as quatro referidas acima sejam usualmente as mais valiosas, tornando em desuso o termo “semiprecioso”. A

preciosidade da gema, por sua vez, é determinada por quatro fatores de raridade: cor, pureza, lapidação e peso (SCHUMANN, 2006).

A lapidação é um aspecto considerado muito relevante na determinação da raridade de uma gema. Segundo Schumann (2006), a lapidação é a valorização de um material que de outra forma poderia passar apenas como um material bruto insignificante. Por conseguinte, os diferentes tipos de lapidação (Figura 8) ou polimentos podem favorecer a cor e o brilho, além de remover impurezas da gema (SCHUMANN, 2006). Além disso, atualmente a lapidação também tem sido um veículo de expressão de design e inovação, através de lapidações diferenciadas e inovadoras (IBGM, 2012).

Figura 8: Tipos de lapidação



Fonte: SCHUMANN (2006)

A Figura 9 exemplifica um anel com lapidação diferenciada oriundo do prêmio IBGM 2012, o qual tem estimulado o crescimento da lapidação diferenciada no país

através de concursos, ampliando, ainda mais, os padrões de competitividade das gemas nacionais.

Figura 9: Anel vencedor de “Lapidação diferenciada” do prêmio IBGM 2012, designer Carla Abras - MG



Fonte: IBGM (2012)

2.2.2 Materiais Não Convencionais

O design brasileiro de joias contemporâneas é muito característico pela sua criatividade tipicamente brasileira, à medida que agrega valor e promove caráter de identidade, transformando diferentes materiais encontrados na natureza através da combinação do ouro ou da prata e de gemas (MAGTAZ, 2008).

O levantamento de materiais não convencionais pretende relacionar alguns dos materiais mais utilizados na confecção de joias e adornos contemporâneos, analisando suas características e aplicações no design de joias. Sejam eles: madeira, couro, polímero, aço, alumínio e titânio.

2.2.2.1 Madeira

Conhecida pela facilidade de aquisição e por características favoráveis para ser trabalhada como, baixa densidade, boa resistência à tração, à flexão e ao impacto, além de isolante térmica e elétrica, a madeira é o mais antigo material utilizado pelo homem e muito explorada até os dias de hoje (Downes et al, 2009). É amplamente utilizada no design de produtos pela grande diversidade de espécies existentes no mundo, consideravelmente no Brasil, proporcionando diferentes tipos de cores, desenhos e texturas (LIMA, 2006). Todavia, deve ser levada em consideração a variação de suas propriedades, a sensibilidade a intempéries e vulnerabilidade ao ataque de fungos e bactérias, o que demanda tratamentos específicos para sua utilização no desenvolvimento de produtos (RASEIRA, 2013).

Segundo Lima (2006), a madeira utilizada na produção de produtos, como mobiliários, decoração e revestimentos, tanto como para estruturas e construção civil é derivada do tronco de árvores exógenas que abrangem as coníferas (gimnospermas, sem frutos para geração de sementes) e as folhosas (angiospermas, sementes sem frutos).

Ao ser extraído o tronco da árvore, a madeira é submetida a diferentes processamentos para fins de diferentes setores industriais como para obtenção de madeira maciça, da qual também outros produtos são derivados, como tábuas e pranchões, laminados e compensados, aglomerados e MDFs, papel, papelão e OSB (LIMA, 2006).

Conforme Gonzaga (2006, apud Raseira, 2013), o tronco de uma árvore é análogo a uma pilha de cones superpostos, e quando cortado revela um desenho de círculos concêntricos denominados anéis de crescimento. Ainda, segundo Gonzaga (2006, apud Raseira, 2013), o corte do tronco pode ser feito no sentido longitudinal e transversal, o que influencia nos desenhos das faces seccionadas. Além do corte, o tecido fibroso também é influenciador das características físicas e visuais da madeira, uma vez que confere um aspecto bruto à madeira se muito revesso, ou um aspecto liso caso pouco revesso.

Na joalheria contemporânea pode-se observar o uso da madeira agregando diferencial nas peças de joias junto a processos tecnológicos de fabricação. Entre as espécies mais utilizadas no mercado, estão o ébano, bétula, cortiça e a imbuia. A Figura 10 exemplifica algumas joias contemporâneas confeccionados com madeira ébano e madeira imbuia, respectivamente.

Figura 10: Joias contemporâneas com madeira



a) Brincos em ouro 18k, diamante, esmeralda e ébano, Silvia Furmanovich; b) Anel madeira imbuia, diamante, ouro 18k, Bettina Terepins

Fonte: Adaptado, SILVIA FURMANOVICH (2013); BETTINA TEREPIINS (2013)

A Figura 11 exemplifica um adorno confeccionado em madeira bétula, sem a utilização de metais, do designer britânico Anthony Roussel, que se tornou reconhecido pela utilização de processos tecnológicos como modelagem tridimensional e aplicação de corte a laser em suas peças. Através destas tecnologias, cria linhas fluídas e curvas radicais em finas lâminas de madeira.



Figura 11: Adorno confeccionado em madeira



Fonte: ANTHONY ROUSSEL (2013)

O Quadro 9, apresenta a descrição de alguns tipos de madeiras utilizadas na produção de produtos, em geral.

Quadro 9: Madeiras utilizadas no desenvolvimento de produtos

Tipo de madeira	Características
<p data-bbox="459 629 544 658">Cortiça</p> 	<p data-bbox="804 573 1358 1093">É um material de origem vegetal, extraído da casca dos sobreiros (árvore da família do carvalho). A extração da cortiça não é, em termos gerais, prejudicial à árvore, uma vez que esta volta a produzir nova camada de "casca" (súber) com idêntica espessura a cada 9 - 10 anos, período após o qual é submetida a novo descortiçamento. Sua densidade é de 110 kg/m³, e sua maior vantagem é a inércia térmica que apresenta. Sua maior aplicação é para revestimentos de solos, isolamentos (térmicos e acústicos), na fabricação de instrumentos musicais, em artigos de decoração, nos componentes para calçados e para o setor industrial de diversos segmentos como automóvel, bebidas e construção.</p>
<p data-bbox="469 1252 536 1281">Balsa</p> 	<p data-bbox="804 1169 1358 1904">Leve como isopor, com rápido crescimento, boa comercialização e sem muitas exigências de solo e de cultivo, é a madeira mais leve de uso comercial que existe. É produzida pelo pau-de-balsa, também chamado pau-de-jangada ou pata-de-lebre. Os tipos mais leves pesam cerca de 48 kg/m³. Isto equivale a um terço do peso da cortiça. A balsa é leve porque o ar ocupa suas células quando a madeira seca. Possui brilho e textura acetinados. Sua coloração vai do branco ao creme, levemente rosado nas partes centrais do tronco. Suas propriedades são muito parecidas com as da cortiça; é muito usada comercialmente pela sua facilidade de trabalhar, pelas suas qualidades isolantes contra calor ou frio, por sua alta capacidade de flutuar sobre a água e sua resistência à degradação por fungos. É muito utilizada na fabricação de brinquedos, maquetes e aeromodelos por sua leveza. No mercado, são encontrados dois tipos de madeira balsa: balsa comum, menos resistente; e balsa equatoriana, mais resistente.</p>

<p style="text-align: center;">Ébano</p> 	<p>É uma madeira nobre de origem africana e coloração negra, considerada rara. É muito dura e resistente, com densidade de 978 kg/m³. Muito utilizada na fabricação de mobiliário, instrumentos musicais (como as teclas pretas do piano) e objetos decorativos.</p>
<p style="text-align: center;">Imbuia</p> 	<p>A madeira da imbuia é considerada abundante e tem alto valor comercial para a indústria madeireira por sua afabilidade ao entalhe e longa durabilidade, afora excelente aparência: de cor parda em geral, possui veios que vão do amarelo ao marrom com riscas pretas.</p>

Fonte: Adaptado, LIMA (2006); MATWEB (2013)

2.2.2.2 Couro

O couro é um produto natural proveniente da pele curtida⁶ de animais, utilizado como material para a confecção de diversos artefatos para o uso humano, tais como: sapatos, cintos, carteiras, bolsas, casacos, entre outros (GUTTERRES, 2008). Há registro da sua utilização desde os primórdios da civilização, quando o homem primitivo utiliza o couro para sua vestimenta.

⁶ Tratamento aplicado à pele do animal para deixá-las utilizáveis para a indústria, por meio de um processo químico com conservadores vegetais ou minerais, que a tornam flexível e macia (GUTTERRES, 2008).

Em geral, o processo para a obtenção do couro compreende três etapas: ribeira, curtimento e acabamento. A ribeira consiste na operação de limpeza e eliminação das partes que não irão constituir o couro, como a epiderme e a hipoderme do animal, enquanto que a derme deve ser preparada para o curtimento (HOINACKI, 1989). No curtimento, as peles previamente preparadas são tratadas com solução de substâncias curtentes, como por exemplo, sais de cromo e extrato de mimosa, dessa forma as peles adquirem estabilidade e são denominadas couro (HOINACKI, 1989). Por último, o processo de acabamento, que confere ao couro sua apresentação e aspecto definitivos, melhorando o brilho, o toque e algumas características físico-mecânicas, tais como impermeabilidade à água e resistência à fricção (HOINACKI, 1989). Segundo Hoinacki (1989), pelo acabamento são aplicadas ao couro camadas sucessivas de misturas à base de ligantes, produtos que ligam os pigmentos à superfície do couro; pigmentos, que constituem o elemento corado do acabamento; plastificantes, que são um importante componente uma vez que contribuem para melhorar o aspecto, as propriedades físico-mecânicas e a maciez do couro.

O couro bovino é o mais utilizado na confecção de produtos em geral, devido a sua abundância no mercado e ao seu preço mais baixo, o segundo mais utilizado é o couro caprino, também em função à facilidade de obtenção, o que torna os preços competitivos, e principalmente pela sua qualidade, que é maior do que a do couro de boi (ABQTIC, 2011). Entretanto, segundo a Associação Brasileira de Químicos e Técnicos da Indústria do Couro (2011), a procura pelos couros suínos, ovinos e de outras espécies de animais tais como jacaré, cobra e peixe, tem alcançado um elevado crescimento nos últimos anos.

A produção de couro, apesar de sua origem remota, experimenta muitas mudanças quanto a inovações em tecnologias de processos e demandas de produtos (Figura 12), acompanhando e inserindo-se no cenário de competitividade e produção industrial atual (GUTTERRES, 2008).

Figura 12: Joia contemporânea com couro



Fonte: MAGTAZ (2008)

2.2.2.3 Polímeros

Vinda do grego *polumeres*, a palavra polímero significa “feita de muitas partes” (SANTANA, 2009). Ainda segundo Santana (2009), os polímeros são macromoléculas constituídas de uma unidade estrutural que se repete continuamente (mero), unidas por ligações covalentes. Podem ser tanto orgânicos ou inorgânicos, naturais ou sintéticos, sendo de origem orgânica natural como a borracha, de origem orgânica sintética como o polipropileno, ou de origem inorgânica natural como o grafite (SANTANA, 2009). Segundo Lima (2006), os polímeros apesar de serem utilizados desde a antiguidade, só começaram a ser largamente utilizados no século XIX, principalmente com o advento do *Baquelite*, que propiciou maior credibilidade ao polímero sintético. A partir de então, produtos que antes eram confeccionados com materiais considerados tradicionais como madeira e metais foram substituídos pelos polímeros (LIMA, 2006). Na década de 1930 o surgimento de novos polímeros foi significativo, como o PMMA (polimetacrilato de metila), popularmente chamado de acrílico, poliestireno, nylon e polietileno (LIMA, 2006).

Na joalheria contemporânea destaca-se, entre outros, a utilização de PMMA e borracha. O acrílico é um termoplástico amorfo (de baixa cristalinidade), transparente, de custo médio, rígido e com excelente estabilidade dimensional,

resistência às intempéries e boa resistência ao impacto (LIMA, 2006; LESKO, 2004). Em geral é utilizado para produção de brinquedos, eletrodomésticos, mobiliário, luminárias (LIMA, 2006) e aplicado em joias através de processos tecnológicos como de corte a laser, como podemos visualizar na Figura 13.

Figura 13: Joia contemporânea com PMMA (acrílico)



Fonte: MÁRCIA GREGORI (2013)

A borracha por sua vez, é um elastômero de natureza termoplástica ou termofixa (LIMA, 2006). Segundo Kliauga (2009), o primeiro material conhecido como borracha é o poliisopreno recolhido da seiva da árvore *Hevea Brasiliensis*, látex, sendo, por conseguinte conhecido como borracha natural (NR). A borracha natural apresenta excelente resistência ao ozônio e ao intemperismo, boa resistência à abrasão, e regular quanto à tração, ao rasgo à flexão, à deformação permanente e à permeabilidade aos gases (LIMA, 2006). Destaca-se pelo comportamento mecânico relativo à elevada capacidade de estiramento⁷ e resiliência⁸ regular, baixo nível de absorção de água e quanto à densidade, varia de 0,92 g/cm³ a 1,90 g/cm³ (LIMA, 2006).

Na joalheria contemporânea, alguns designers vêm utilizando a borracha natural juntamente com materiais nobres, como o ouro, para a confecção de suas peças, (Figura 14) ou muitas vezes, este material é utilizado por si só, sem o uso de

⁷ Operação que consiste na aplicação de forças de tração, de modo a esticar o material (LESKO, 2004).

⁸ Propriedade de alguns materiais, de acumular energia quando exigidos ou submetidos a estresse, sem ocorrer ruptura (LESKO, 2004).

outros materiais. Como exemplo, podemos citar a marca gaúcha Tun, com suas criações de colares, braceletes, brincos e anéis (Figura 15), onde utiliza a borracha denominada de etileno-propileno-dieno (EPDM), a qual pode ser encontrada no mercado com o nome de lençol de borracha.

Figura 14: Joia contemporânea com borracha



Fonte: JACOB ALBEE (2013)

Figura 15: Colar de borracha com corte a laser



Fonte: DESIGNTUN (2013)

2.2.2.4 Aço, Alumínio e Titânio

Estes três metais, divididos em ferrosos (aço) e não ferrosos (alumínio e titânio), surgem como materiais alternativos na joalheria contemporânea (Figura 16).

Figura 16: Joias contemporâneas confeccionadas com aço, alumínio e titânio



a) Colar de diamantes, ouro 18k e aço inoxidável, designer Gloria Corbetta; b) Pingente com turmalinas, concha natural, ouro 18k e alumínio, designer Maria José Cavalcanti ; c) Colar de titânio, ouro 18k e diamantes, designer Salvador Francisco Neto

Fonte: Adaptado, CORBETTA (2007); CAVALCANTI (2013); MAGTAZ (2008)

O aço, é um metal produzido em abundância e muito utilizado em nível industrial. O mais comum disponível no mercado é chamado de aço carbono, embora existam outros tipos de aço como o aço-liga, aço inoxidável, aço-ferramenta, aço de baixa liga de alta resistência, aço de média resistência e superligas à base de ferro (LIMA, 2006; LESKO, 2004).

O alumínio, de todos os metais não ferrosos, destaca-se por sua versatilidade de aplicação, assim como pela flexibilidade de processamento e transformação por inúmeros segmentos industriais (LESKO, 2004). Possui ponto de fusão de 660 °C, baixa densidade, boa condutividade térmica e elétrica, boa elasticidade além de autoproteção à corrosão em virtude da alumina (óxido de alumínio), que tende a formar na superfície do material uma camada esbranquiçada que o protege contra corrosão ferro (LIMA, 2006; LESKO, 2004). É possivelmente aplicado a joias em virtude de sua razão resistência/peso e, entre outros fatores, pela facilidade de ser conformado⁹ e cortado¹⁰.

O titânio é caracterizado, predominantemente, pela sua leveza material assim como pela sua dureza (LIMA, 2006). Há alguns anos, devido ao grande espectro de cores que possibilita e pela ótima relação resistência/peso, começou a ser utilizado na joalheria (MAGTAZ, 2008). Pode ser colorido de duas formas: por aquecimento e por processo eletroquímico (anodização). É um metal que não pode ser facilmente soldado em virtude de seu elevado ponto de fusão, entre 1648 - 1704 °C, para tanto é necessária à utilização de gás argônio e maçarico de tungstênio para soldá-lo, tornando-se inviável sua solda em peças de joalheria, que, neste caso, são fixadas através de garras, rebites, etc (LIMA, 2006).

2.3 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO NA JOALHERIA

Muitos métodos de fabricação de joias surgiram ainda nos primórdios das civilizações, como por exemplo, a fundição manual, que iniciou por volta de 4000 – 3000 a.C., na chamada era do bronze na qual o homem aprendeu a utilizar primeiramente o cobre entre outros metais na fabricação de objetos e adornos (KLIAUGA, 2009).

Atualmente, ainda utilizam-se processos manuais na fabricação de joias, porém, com o advento da tecnologia nos campos industriais, o setor joalheiro tem

⁹ Processo mecânico onde se obtém peças através da conformação de metais sólidos em moldes, utilizando a deformação plástica da matéria-prima para o preenchimento das cavidades dos moldes (LESKO, 2004).

¹⁰ Processo de penetração ou incisão; separação, remoção ou divisão da peça metálica (LESKO, 2004).

demonstrado seu interesse com o acesso e a adoção de novas tecnologias. Segundo Siqueira (2013), a utilização de novas tecnologias tem a finalidade de proporcionar resultados mais eficazes como melhorias em termos de acabamento, qualidade, agilidade no processo, produção em escala e redução de custos. Portanto, proporcionando um melhor posicionamento no mercado nacional e internacional (SIQUEIRA, 2013).

Abrindo novas possibilidades estéticas e formais, essas novas tecnologias geram a necessidade de incorporação de novos conhecimentos, modificando o modo de atuação do designer dentro dos processos de produção de joias (BENZ, 2009). As tecnologias, adicionadas ou não a processos manuais, pode-se dizer que contribuem para atender à necessidade contemporânea de buscar individualidade num meio excessivamente globalizado que massifica as pessoas e os produtos (SIQUEIRA, 2013).

Nos próximos tópicos serão descritos os principais processos de fabricação, industriais e manuais, respectivamente, aplicados na produção de joias. Estes processos, industriais e manuais, podem ser utilizados em conjunto e/ou separadamente. Para a fabricação de uma joia o criador poderá utilizar as tecnologias industriais para o desenvolvimento da peça e ao fim da fabricação utilizar o processo manual para dar acabamento na mesma. Ou ainda, fabricar uma joia utilizando meramente o processo manual, sem a utilização de tecnologia.

2.3.1 Processos industriais

Para produzir uma joia em nível industrial existem as seguintes etapas, na respectiva ordem:

- a) criação do desenho da peça;
- b) criação do modelo da peça (protótipo);
 - b.1) modelagem manual;
 - b.2) prototipagem em cera ou resina (estereolitografia);

- c) montagem da árvore (cera/resina) no cilindro metálico;
- d) preparação do molde cerâmico;
- e) decerção (remoção da cera);
- f) calcinação (queima do revestimento cerâmico);
- g) fundição;
- h) acabamento e polimento.

Como resultados destas etapas, temos a peça piloto para confecção da peça final da joia. Os próximos passos serão:

- i) vulcanização (criação de molde de borracha a partir da peça piloto);
- j) injeção de cera;
- k) montagem da árvore no cilindro metálico com o número de peças desejadas;
- l) preparação do molde cerâmico; deceragem; calcinação; fundição; acabamento e polimento. Estas etapas, sendo semelhantes às realizadas para a confecção da peça piloto (KLIAUGA, 2009).

As próximas seções irão descrever as etapas de (a) à (l), citadas anteriormente, referentes aos processos industriais de fabricação de joias.

2.3.1.1 Desenho da peça (a)

Atualmente, são muito utilizados programas computacionais de modelagem tridimensional para a criação do desenho de joias, como exemplo podemos citar: os softwares *Computer Aided Design* (CAD) e *Computer Aided Engineering* (CAE), através dos quais é possível criar uma modelagem realística da peça, definindo-se medidas, volumes e espessuras para posterior prototipagem e produção (BENZ, 2009). O software *Computer Aided Manufacturing* (CAM) é utilizado para auxiliar o

processo de fabricação, ou seja, de execução dos projetos desenvolvidos via *softwares* tipo CAD (BARP, 2009). Além destes, outro programa para modelagem tridimensional de joias é o *software* RhinoGold[®], muito utilizado nas grandes indústrias de joias, e, para desenhos bidimensionais, podemos citar o Corel Draw[®].

2.3.1.2 Prototipagem (b)

Por prototipagem entende-se como sendo um processo de obtenção de protótipos tridimensionais produzidos de diversos materiais, que posteriormente, serão reproduzidos em metal (STRALIOTTO, 2009).

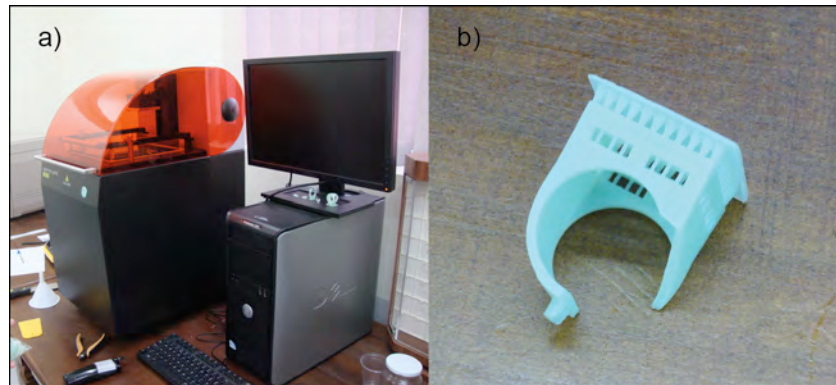
Criado o desenho da peça, a próxima etapa é a confecção do modelo desta em cera (protótipo). A prototipagem abrange mais de uma maneira de obtenção de formas primárias, através da prototipagem manual ou através da prototipagem rápida, auxiliada por modelagem computadorizada (LESKO, 2004). Na prototipagem manual, o modelo é esculpido manualmente em cera (LESKO, 2004).

A prototipagem rápida é um processo tecnológico de fabricação utilizado para a confecção do protótipo em cera, cujas vantagens estão na elevada precisão para a confecção de geometrias complexas e com muitos detalhes e a rapidez na obtenção dos modelos (BENZ, 2009). Atualmente, segundo Benz (2009), diversos métodos de prototipagem rápida são possíveis, na produção de joias o mais difundido e utilizado é a usinagem controlada por comando numérico (CNC), auxiliada por sistema CAD/CAM. O funcionamento de uma máquina CNC é comandado por uma programação que contém as informações de todas as etapas de fabricação da peça a ser usinada, como movimento e velocidade da ferramenta, dessa forma, a máquina assume o controle do processo de trabalho (BARP, 2009).

A estereolitografia é outro tipo de prototipagem rápida, para a confecção de protótipos em resina (BENZ, 2009). Segundo Benz (2009), o processo utiliza dados digitais CAD para converter materiais e compósitos plásticos líquidos (resina) em seções transversais sólidas, camada por camada, para construir peças tridimensionais precisas. A Figura 17 exemplifica o equipamento de estereolitografia

encontrado no Centro Tecnológico de Pedras, Gemas e Joias do Rio Grande do Sul, em Soledade, e um protótipo em resina, resultante do processo.

Figura 17: Estereolitografia



a) Equipamento de estereolitografia; b) Protótipo em resina

Fonte: Adaptado, CIDADE (2012)

2.3.1.3 Fundição por cera perdida (c) (d) (e) (f) (g)

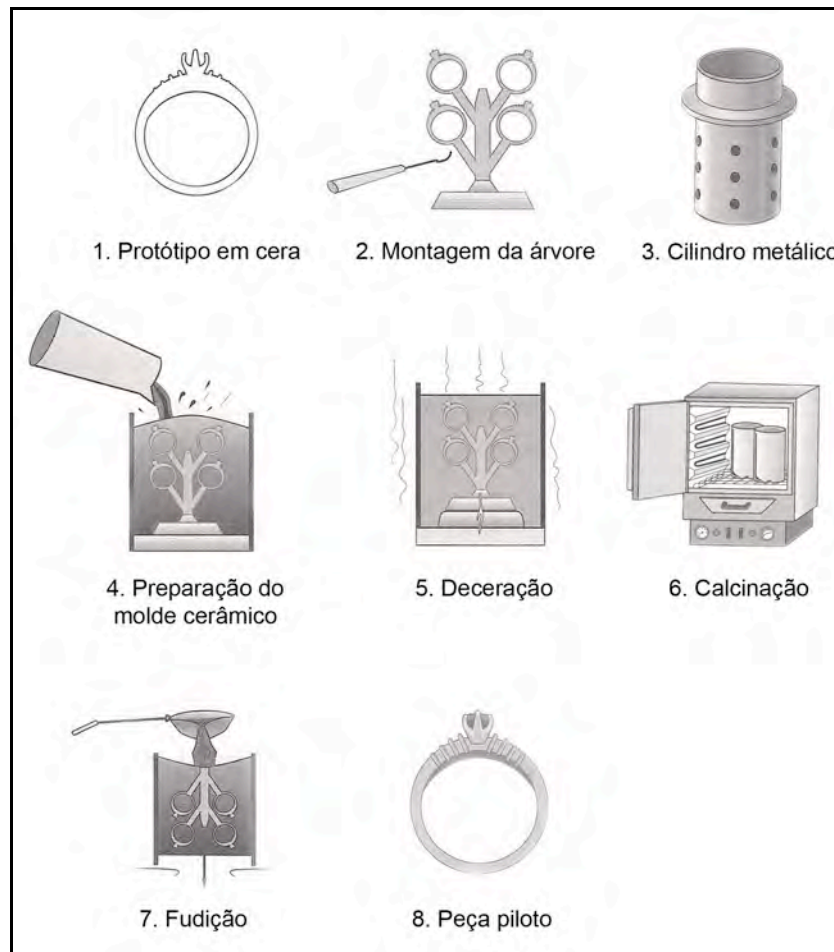
Depois de confeccionado o protótipo da peça, inicia-se um conjunto de etapas que servirão para a posterior fundição da peça final.

São inúmeros os processos de fundição existentes atualmente, estes podem ser classificados com base no tipo de material do molde da peça, método de vazamento do metal e na pressão aplicada sobre o molde durante o preenchimento (KLIAUGA, 2009). Os quatro processos de fundição mais utilizados são: fundição por molde de areia, fundição em molde permanente por gravidade, fundição sob pressão e fundição por cera perdida, este último, é amplamente utilizado na joalheria (KLIAUGA, 2009). No âmbito joalheiro, segundo Kliauga (2009), a fundição por cera perdida é tanto utilizada em pequena como em larga escala, em geral para a reprodução de joias a partir de um modelo de joia já existente que se queira replicar como também a partir de um protótipo esculpido em cera ou resina, como é o caso da etapa descrita anteriormente.

Segundo Kliauga (2009), o processo de fundição por cera perdida (Figura 18), depois de obtido o protótipo em cera ou resina da peça (1), abrange as seguintes etapas: montagem da árvore de fundição (2), na qual a peça em cera é fixada em um cilindro também em cera, após, a árvore é montada dentro de um cilindro metálico (3), no qual é vazado revestimento cerâmico (4). Após a secagem do revestimento, o conjunto é aquecido para remoção da cera, decerção (5), e levado ao forno para o ciclo de calcinação (6). Na calcinação é retirada a umidade residual do cerâmico, o que o torna mais resistente à pressão do metal líquido que será vertido na próxima etapa (KLIAUGA, 2009). Após a queima do revestimento cerâmico, é então realizada a fundição¹¹ propriamente dita em um equipamento no qual realiza a fusão e o vazamento do metal líquido na forma de material cerâmico (7). Depois de solidificado o metal, a massa refratária é dissolvida em água e a peça piloto (8) é então cortada do sistema de alimentação para ser acabada e polida (KLIAUGA, 2009).

¹¹ Metal na forma líquida é vertido em um molde da forma negativa da peça que se pretende obter (KLIAUGA, 2009).

Figura 18: Primeiras etapas da fundição por cera perdida a partir do protótipo em cera

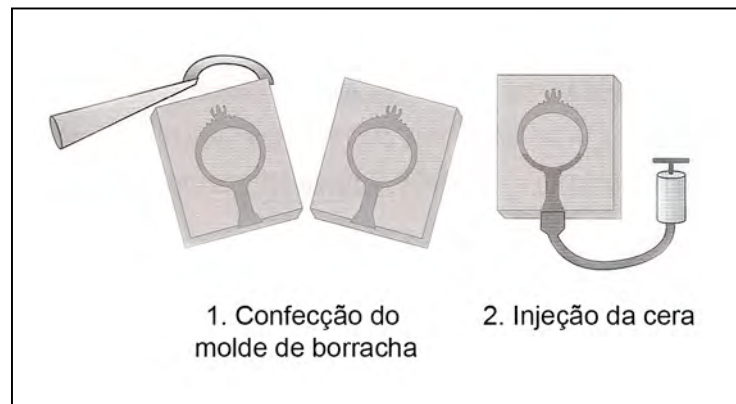


Fonte: Adaptado, KLIAUGA (2009)

Acabada a peça piloto, o processo continua (Figura 19), e, primeiramente, será confeccionado o molde de borracha (1), que é vulcanizada¹² entre 160-170°C e que servirá como molde para a reprodução de modelos de cera da peça (KLIAUGA, 2009). Na etapa de injeção de cera serão obtidas quantas peças for necessário produzir, a partir de então, inicia-se novo processo com as mesmas etapas anteriores, desde nova montagem da árvore até obter-se a peça final da joia (KLIAUGA, 2009).

¹² Aplicação de calor e pressão à composição de borracha, a fim de dar a forma do produto final (KLIAUGA, 2009).

Figura 19: Confeção do molde e injeção da cera



Fonte: Adaptado, KLIAUGA (2009)

2.3.1.4 Acabamento e polimento (h)

Os processos de acabamento e polimento consistem nas etapas finais da confecção de uma joia (KLIAUGA, 2009). Podem ser tanto industriais como manuais, e são aplicados em ambos os processos de fabricação de uma joia, (LESKO, 2004). Segundo o IBGM (2011), há uma diversidade de acabamentos diferenciados utilizados nos metais na joalheria, destacando-se: acabamento polido, escovado, acetinado, craquelado, esmaltação, gravação, jateado, martelado e oxidado.

O acabamento polido é altamente brilhante e é obtido através do polimento com escovas. É um dos mais tradicionais da joalheria, sendo muito comum em alianças (IBGM, 2011). O acabamento escovado é obtido com a utilização de escovas abrasivas (com filamentos rígidos) e pode ter dois tipos de apresentação: diamantado, obtido com o uso de uma ferramenta com ponta de diamante que corta o metal deixando uma aparência semelhante à de uma superfície cravejada de diamantes, ou escovado com brilho, obtido através de escovas com cerdas de aço que provocam ranhuras com brilho (IBGM, 2011). O acabamento acetinado confere à peça um brilho intermediário entre o polido (alto brilho) e o escovado (fosco), já no acabamento craquelado, a chapa de metal é trabalhada de forma irregular, montada

em degraus com a sobreposição de pedaços de tamanhos diferentes, dando à superfície do metal a aparência de pequenas rachaduras (IBGM, 2011).

Para se obter um acabamento esmaltado, o metal é colorido com esmaltes de base vítrea e óxidos metálicos, que são derretidos no fogo até chegarem à forma líquida, que adere ao metal (IBGM, 2011). A gravação é feita com ferramentas específicas ou mesmo produtos químicos, que corroem o metal, criando desenhos ou inscrições (IBGM, 2011). Para o acabamento jateado, utilizam-se jatos de areia sobre a superfície metálica, que confere uma aparência levemente fosca (IBGM, 2011). Ainda segundo o IBGM (2011), o efeito martelado, assim como o nome sugere, é um acabamento resultante da pressão de um martelo sobre o metal.

A oxidação por sua vez, é utilizada para efeito decorativo de coloração de áreas ou detalhes em joias e pode ser obtida através de produtos químicos que reagem com metais nobres (pátinas) ou pelo aumento de temperatura, ambos formando óxidos coloridos sobre a superfície do metal (LESKO, 2004; KLIAUGA, 2009). Para a limpeza de óxidos e sujeiras formados nas superfícies das peças é em geral utilizado ácido sulfúrico diluído (KLIAUGA, 2009).

2.3.2 Avanços tecnológicos

No cenário atual joalheiro, a aplicação de tecnologias alternativas satisfaz a demanda por produtos que apresentem diferenças e inovações em relação aos produtos comuns do mercado (SILVEIRA, 2011). Neste âmbito, novas possibilidades de aplicações no desenvolvimento de produtos com maior precisão e agilidade tornam-se ferramentas importantes para elevar o valor agregado à joia (IBGM, 2013). A seguir, serão apresentados alguns avanços tecnológicos utilizados atualmente no design de joias.

2.3.2.1 Laser

O LASER (*Light Amplified by Stimulated Emission Radiation*) tem o seu funcionamento baseado nas leis fundamentais da interação da radiação luminosa com a matéria, sendo um instrumento de altíssima precisão geométrica (BAGNATO, 2008). Segundo Bagnato (2008), o laser proporciona inúmeras possibilidades para sua aplicação sendo utilizado em diversas áreas do conhecimento, como por exemplo, na área médica. Segundo Thompson (2011, apud Cidade, 2012), permite o usuário controlar a forma e a quantidade de energia dirigida a um determinado lugar. Ainda, conforme Bagnato (2008), considerando o fato que os materiais absorvem relativamente bem esta energia, o laser se torna um excelente instrumento de corte, sendo aplicado para obter peças de precisão ou até mesmo para gravação. Os principais tipos de laser utilizados são de estado sólido, gasoso ou líquido (BAGNATO, 2008).

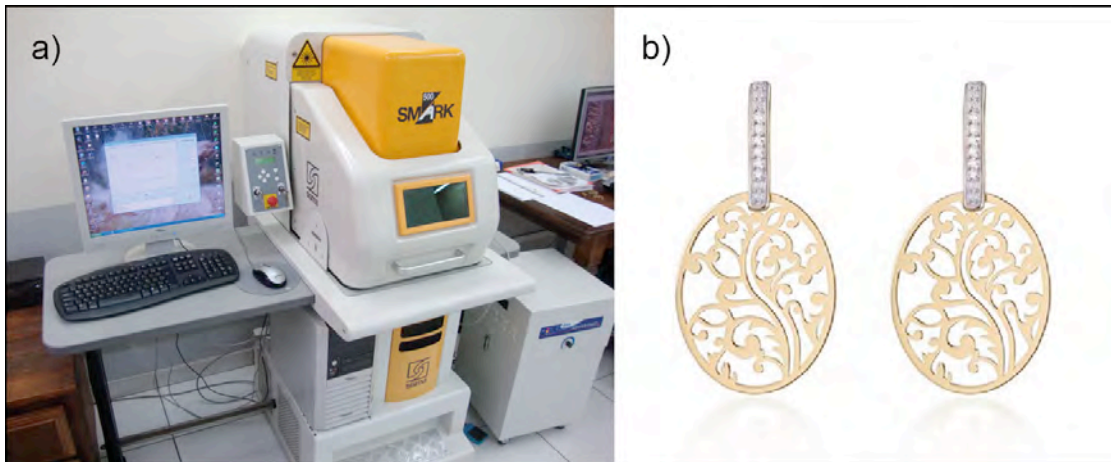
Um dos lasers gasosos mais importantes e utilizados para a gravação e corte de materiais naturais é o laser de dióxido de carbono, CO_2 , exemplificado na Figura 20 (CIDADE, 2012). Este laser é constituído a partir da mistura de dois gases: N_2 e CO_2 (BAGNATO, 2008). Na confecção de joias é utilizado para fins de corte de materiais e de gravação, técnica que tem sido utilizada por grandes empresas em diversos materiais, principalmente em gemas como forma de garantia e autenticidade. Segundo Genth (2011, apud Cidade, 2012), as empresas, Swarovski e Amsterdam Sauer, como exemplos, possuem uma gravação específica para assegurar a autenticidade de suas gemas.

Figura 20: Equipamento laser CO₂

Fonte: CIDADE (2012)

Os lasers de estado sólido, segundo Bagnato (2008), têm como meio ativo íons de um determinado elemento embebidos num cristal. Os mais empregados atualmente são aqueles que utilizam uma matriz de óxido de Alumínio-Ítrio, $Y_3Al_2O_3$, abreviado por YAG (BAGNATO, 2008). O laser YAG, utilizado principalmente para cortar metais, tem como meio ativo íons de Neodímio (Nd⁺), $Nd^{+3}:Y_3Al_5O_{12}$, tipo de laser sólido constituído de um cristal sintético de ítrio e alumínio dopado com neodímio (HECHT, 1982). Com pulso de onda de 1,06 μm , possui alto desempenho para corte e perfuração em metal (Figura 21), semi condutores, cerâmicos, etc., sendo o limite de profundidade de corte depende da lente colimadora do laser (HECHT, 1982).

Figura 21: Laser YAG



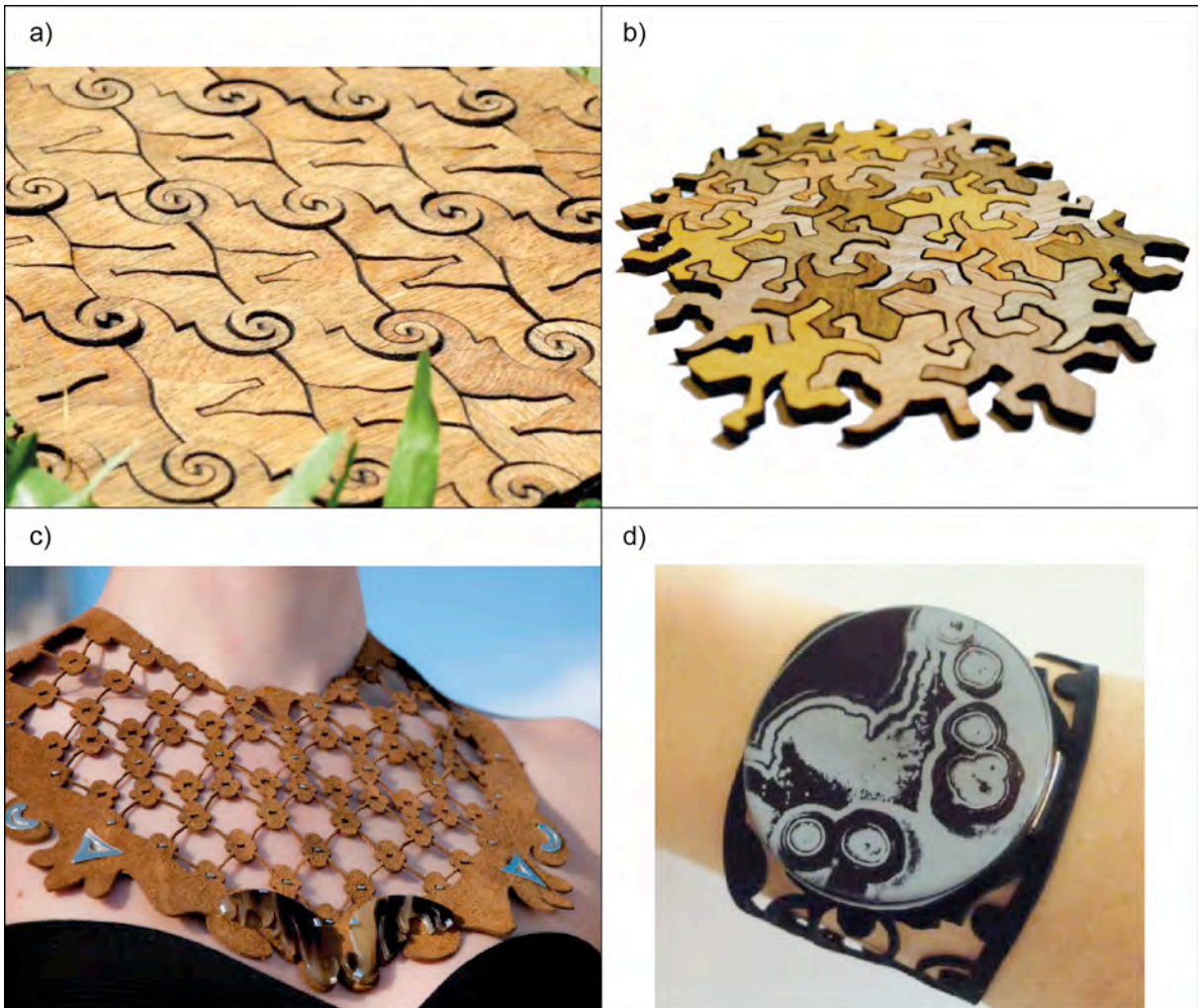
a) Equipamento laser YAG; b) Brinco de ouro 18k cortado a laser

Fonte: Adaptado, CIDADE (2012); VIVARA (2013)

O equipamento de laser CO₂ de marca Mira, da empresa Automatisa Sistemas[®], pode ser encontrado no Laboratório de Design e Seleção de Materiais / LdSM da Universidade Federal do Rio Grande do Sul / UFRGS (Figura 20).

No design, estudos acadêmicos com a utilização do processo laser podem ser destacados, como algumas dissertações do PGDesign/UFRGS (Figura 22). Podemos citar as temáticas com o uso de corte a laser no design de superfícies tácteis a partir de padrões modulares encaixáveis em ágata e cedro (SILVEIRA, 2011); design e tecnologia aplicados a resíduos de madeira através do processo de corte a laser em marchetaria (RASEIRA, 2013). Na área da joalheria, podemos citar as dissertações com o uso do corte a laser em materiais naturais para o desenvolvimento de joias inspiradas na cultura gaúcha (STÜRMER, 2010); e caracterização e padronização do processo de gravação a laser em ágata aplicado ao design de joias (CIDADE, 2012).

Figura 22: Dissertações do PGDesign/UFRGS com temática laser



a) Padrões modulares encaixáveis em cedro por corte a laser (SILVEIRA, 2011); b) Padrões modulares cortados a laser em marchetaria (RASEIRA, 2013); c) Colar em couro por corte a laser (STÜRMER, 2010); d) Joia com corte e gravação a laser CO₂ em ágata (CIDADE, 2012)

Fonte: CIDADE (2012)

Na área do design de joias, as técnicas do corte e solda a laser têm trazido benefícios para a qualidade das peças, uma vez que proporcionam peças muito leves através da aquisição de espessuras finíssimas de chapa, ótima precisão de corte, de desenho e de solda a laser (IBGM, 2013).

2.3.2.2 Corte por jato d'água

Segundo Silveira (2011), o corte por jato d'água é uma tecnologia de alta precisão e boa qualidade de acabamento de corte. No processo, a água deve encontrar-se misturada a um abrasivo, que pode ser areia ou granada, o qual também é utilizado como ferramenta de corte, sendo direcionado contra a superfície de trabalho (Groover, 1996, apud Silveira, 2011). O corte da peça é ocasionado pela força de impacto exercida por um fino jato de água de alta pressão na superfície de contato do material que supera a tensão de compressão entre as moléculas do material (BARP, 2009).

Com a utilização desta tecnologia é possível efetuar qualquer tipo de corte bidimensional além de permitir a fabricação de formas vazadas e complexas, que não são possíveis de serem fabricadas manualmente e não são economicamente viáveis quando executadas por outros processos (Silva, 2010, apud Silveira, 2011). Esta tecnologia, segundo Silva (2010, apud, Silveira, 2011), pode ser aplicada em uma grande variedade de materiais, como metais, mármore, porcelanatos e gemas, como por exemplo, a ágata.

O corte por jato d'água é uma tecnologia aplicável na área do design de joias uma vez que amplia as possibilidades de realizar cortes em formas complexas e diferenciadas (BARP, 2009). No Rio Grande do Sul, por exemplo, existe uma empresa na cidade de Gaurama que já vem utilizando esta tecnologia na área de joias, como mostra a Figura 23.

Figura 23: Corte por jato d'água



a) Equipamento de corte por jato d'água; b) Corte em chapa de ágata; c) Metal cortado pelo jato d'água; d) Peças de ágata cortadas por jato d'água

Fonte: CIDADE (2012)

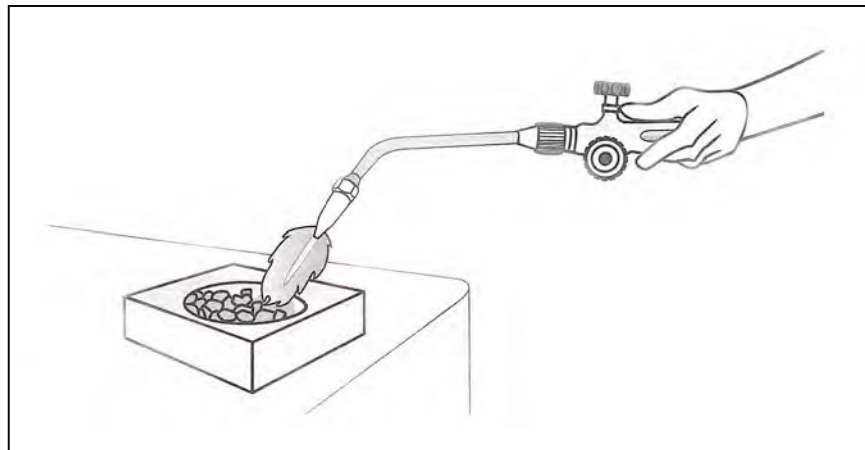
2.3.3 Processos manuais

Os processos manuais atualmente estão presentes tanto em pequenas oficinas de joalheria como nas grandes indústrias, eles abrangem a utilização de equipamentos de manuseio físico e/ou acionados por motores elétricos. A seguir serão descritos os principais processos manuais como etapas para a produção de uma joia, sendo elas: fundição do metal, laminação, trefilação, modelagem da peça, acabamento e polimento. A criação do desenho, descrita anteriormente nos processos industriais será ponto de partida para este processo.

2.3.3.1 Fundição

“Fundir metais e ligas é prática diária do ourives e da indústria de joalheria” (KLIAUGA, 2009, p. 129). Segundo Kliauga (2009), a fundição manual é utilizada na joalheria para obter a liga metálica na proporção desejada, em geral, nas oficinas de joalheria, pequenas quantidades de metal são fundidas com chama de maçarico (Figura 24), utilizando gás combustível (GLP, propano, metano ou acetileno). O metal fundido, ainda segundo Kliauga (2009), é vertido em uma lingoteira (recipiente de ferro fundido no qual o metal líquido é vertido para solidificar), que dará ao metal a forma de um lingote (barra ou chapa fundida).

Figura 24: Fundição com chama de maçarico



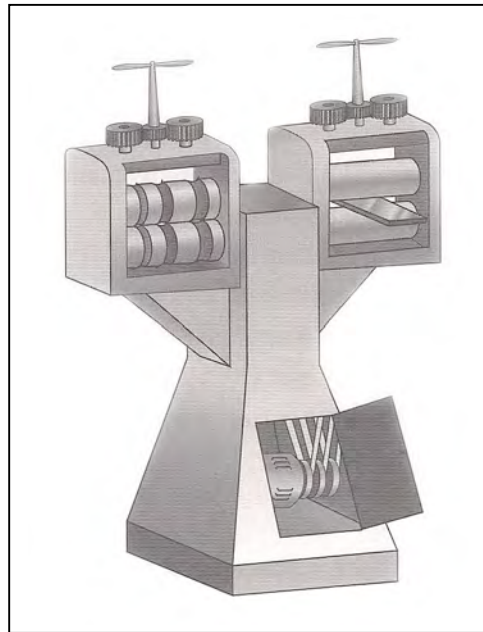
Fonte: Adaptado, KLIAUGA (2009)

2.3.3.2 Laminação

O processo de laminação consiste em reduzir a seção transversal de uma porção de material no estado fundido (lingote), por exemplo, por meio da compressão deste material através de sua passagem por entre dois ou mais cilindros paralelos, que giram em sentidos contrários, com a distância entre eles sendo reduzida a cada passe (KLIAUGA, 2009). Pode ser realizado tanto em laminadores manuais, como também em laminadores acionados por motores elétricos (LESKO, 2004).

Segundo Lesko (2004), a laminação pode ser realizada a quente (à temperatura pouco abaixo do ponto de fusão do material) ou a frio (à temperatura ambiente). Nas oficinas joalheiras utiliza-se a laminação a frio (Figura 25), recozendo-se o material à medida que o trabalho de deformação realizado a frio enrijecer demais o material (KLIAUGA, 2009). O processo permite a conformação de chapas, fitas, folhas e perfis entre outras formas pré-fabricadas, bem como a conformação de padrões decorativos de relevo em superfícies (LESKO, 2004).

Figura 25: Laminador para laminação a frio



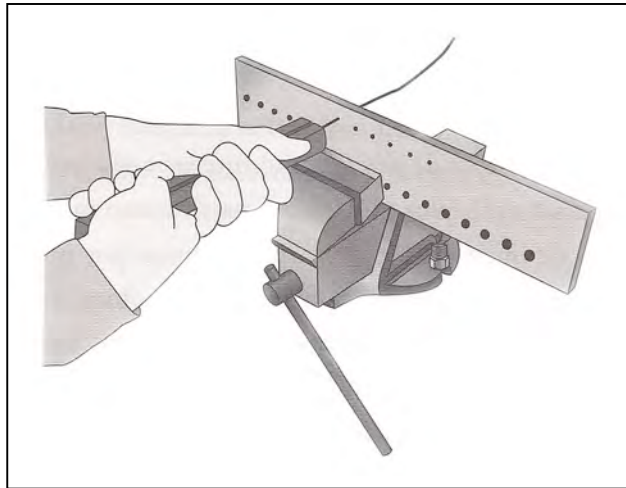
Fonte: Adaptado, KLIAUGA (2009)

2.3.3.3 Trefilação

É um processo muito antigo ainda utilizado hoje nas oficinas de joalheria, após o processo de laminação, para fabricação de fios e tubos, tanto de secção redonda, como quadrada, triangular e meia-cana (KLIAUGA, 2009). Segundo Kliauga (2009), consiste basicamente na passagem de um fio metálico através de um orifício cônico, para que o fio diminua até obter o diâmetro desejado (Figura 26).

Para tanto, são utilizadas feiras que contêm várias secções cônicas, e para ligas de ouro e prata, são feitas de aço (KLIAUGA, 2009).

Figura 26: Trefilação manual



Fonte: Adaptado, KLIAUGA (2009)

2.3.3.4 Modelagem da peça

A partir da laminação, inicia-se a modelagem da peça, ou seja, o trabalho manual na banca (posto de trabalho das oficinas de joalheria). Esta etapa é a que demanda mais tempo na fabricação de uma joia manualmente, sendo utilizadas diversas ferramentas, como limas, lixas e alicates, por exemplo, até adquirir a forma desejada da peça (ASHTON, 2012).

Durante o processo de modelagem da peça, podem ser aplicadas técnicas de união e elementos de junção. A união consiste na justaposição e/ou sobreposição, permanentes ou não, de peças, partes ou porções de material (KLIAUGA, 2009). Pode ocorrer através de três tipos: união térmica, união mecânica e adesão (LESKO, 2004). Segundo Lesko (2004), a união térmica decorre do aumento da temperatura, que funde a solda¹³ ou parte dos materiais que se queira unir.

¹³ Metal ou liga metálica que é adicionado para unir outros metais de temperatura de fusão mais alta (LESKO, 2004).

Brasagem e soldagem são as duas formas de união térmica de metais, sendo que a maioria das operações feitas na confecção de joias se enquadra na classificação de brasagem (LESKO, 2004). Na joalheria, é comum utilizar indistintamente a palavra soldagem para designar qualquer método de união por metal líquido, porém é erroneamente empregada (KLIAUGA, 2009).

Brasagem consiste na união de metais metalurgicamente similares através da fusão de outro metal ou liga metálica (solda) entre os metais de base (LESKO, 2004). O metal de união tem ponto de fusão mais baixo do que os metais base, portanto estes não fundem, permanecendo pouco alteradas as suas propriedades (KLIAUGA, 2009). É o processo de união térmica mais utilizada em metais nobres e confere excelente durabilidade na união, pois a solda acaba penetrando por entre os grãos dos metais unidos, garantindo resistência mecânica à junção (LESKO, 2004).

Segundo Lesko (2004), a soldagem, por sua vez, é mais complexa que a brasagem. A união das partes é feita pela adição de calor e/ou pressão, com ou sem a adição de um metal para unir os metais base, ou seja, as partes metálicas são parcialmente fundidas na região da união, tendo sua microestrutura fortemente modificada (LESKO, 2004). Ainda, pode-se dizer que exige maior controle e destreza por parte do soldador, a fim de não deformar as peças sob o calor excessivo (KLIAUGA, 2009).

Já a união mecânica é geralmente utilizada durante a fase de montagem da produção (LESKO, 2004). Ocorre através da conformação de peças metálicas sobre os materiais ou peças que se queira unir, formando um engate mecânico que os fixa (LESKO, 2004). Muitas vezes, permite a montagem e desmontagem da joia, garantindo a multifuncionalidade do produto (KLIAUGA, 2009). Segundo Kliauga (2009), diversos elementos de junção podem ser utilizados em joias: parafusos, garras, argolas, elos, engastes e rebites, que promovem uma união mecânica durável, porém não permanente. A união mecânica através de garras e engastes é conhecida na joalheria como cravação, frequentemente utilizada para a fixação de gemas nas peças metálicas (LESKO, 2004).

Por fim, a adesão ou união química entre partes da joia é realizada através de uma cola especial, epóxi (LESKO, 2004). Trata-se de uma união que dificulta a total

separação dos elementos unidos (LESKO, 2004), geralmente, utilizada em joias para garantir a fixação de materiais como pérolas e gemas.

2.3.3.5 Acabamento e polimento

Para o acabamento final da joia, podem ser aplicados todos os acabamentos citados anteriormente na fabricação industrial de uma joia. Ainda, nas oficinas de joalheria são muito utilizadas limas e lixas, aplicadas manualmente para obter a forma e textura desejada na peça (KLIAUGA, 2009).

2.4 MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO

Para que os processos de fabricação sejam aplicados é necessário o conhecimento dos materiais a serem utilizados. Para tanto, os métodos de caracterização auxiliam neste conhecimento uma vez que preveem o comportamento e elucidam fenômenos físicos, químicos ou biológicos característicos de cada material, sejam de natureza orgânica ou inorgânica (DEDAVID, 2007).

2.4.1 Microscópio estereoscópico

Este microscópio é um instrumento ótico utilizado para a observação de amostras com grandes relevos, como grãos, partículas ou superfícies de fratura (GOLDSTEIN, 2013). Como o nome diz, é formado por dois sistemas óticos independentes, dois tubos com lupas objetiva e ocular, o que permite visualizar imagens tridimensionais dos objetos (GOLDSTEIN, 2013). Ainda, segundo Goldstein (2013), essas lupas podem ser de luz transmitida ou luz refletida.

No Laboratório de Design e Seleção de Materiais / LdSM – UFRGS pode ser encontrado o microscópio estereoscópico SZX16, da marca Olympus®. Este equipamento possui lente objetiva de 1x e ocular de 10x que permitem ampliações de 0,7x até 11,5x. A visualização e análise das imagens geradas neste

microscópio é feita pelo software AnalySIS Starter[®].

2.4.2 Microscópio eletrônico de varredura (MEV) e espectroscopia de energia dispersiva (EDS)

O MEV é um dos mais versáteis instrumentos disponíveis para a observação e análise de características microestruturais de objetos sólidos, podendo fornecer rapidamente informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de um material (DEDAVID, 2007). A principal razão de sua utilidade é a alta resolução que pode ser obtida quando as amostras são observadas, permitindo, por meio de aparelhos modernos, aumentos de 300.000 vezes ou mais (PPGEM, 2013).

Outra característica importante do MEV é a aparência tridimensional da imagem das amostras, resultado direto da grande profundidade de campo (PPGEM, 2013). Permite, também, o exame em pequenos aumentos e com grande profundidade de foco, o que é extremamente útil, pois a imagem eletrônica complementa a informação dada pela imagem óptica (DEDAVID, 2007).

O princípio de um microscópio eletrônico de varredura (MEV) consiste em utilizar um feixe de elétrons de pequeno diâmetro para explorar a superfície da amostra, ponto a ponto, por linhas sucessivas e transmitir o sinal do detector a uma tela catódica cuja varredura está perfeitamente sincronizada com aquela do feixe incidente (DEDAVID, 2007).

2.4.3 Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR)

O FT-IR é uma técnica ideal para análises quantitativas, em tempo real, de processos químicos. Pelo uso de uma sonda e espectrômetro remotos, permite análises de rendimento de produto, impurezas, cinética, mecanismo de reação e ponto final de reação, entre outros (SYRRIS, 2013). A espectroscopia de IR é considerada um dos métodos mais simples, rápidos e confiáveis quando da determinação de uma substância à sua classe específica de compostos (SYRRIS,

2013).

O termo FT-IR se originou do fato de que uma transformação de Fourier (um processo matemático) é necessária para converter os dados brutos para o espectro real. Um espectrômetro FT-IR simultaneamente coleta dados espectrais em uma ampla gama, o que confere uma vantagem significativa sobre um espectrômetro de dispersão que mede a intensidade ao longo de uma faixa estreita de comprimentos de onda de cada vez (ROSSI, 2012).

2.4.4 Análise metalográfica

Através de uma análise metalográfica é possível a determinação de diversas características do material, inclusive a determinação das causas de fraturas, desgastes prematuros e outros tipos de falhas (COLPAERT, 2008). Para Colpaert (2008), quanto ao tipo de observação, a metalografia está subdividida basicamente em duas classes: microscopia e macroscopia. A microscopia é uma análise feita em um microscópio com aumentos que normalmente são 50X, 100X, 200X, 500X, 1000X, 1500X e 2500X. Este tipo de análise é realizada em microscópios específicos, conhecidos como microscópios metalográficos ou microscópios metalúrgicos (COLPAERT, 2008). Este microscópio possui baixo campo focal, permitindo apenas a observação de superfícies perfeitamente planas e polidas. Em razão disto, a preparação metalográfica de uma amostra tem grande importância na qualidade de uma análise. Estes microscópios, em geral, possuem sistemas de fotografia integrados, que permitem o registro das análises realizadas. Já a macroscopia, é uma análise feita a olho nu, com lupa ou com utilização de microscópios estereoscópicos com aumentos que podem variar de 5x a 64X (COLPAERT, 2008).

Para a realização da análise, o plano de interesse da amostra é cortado, lixado, polido e atacado com reagente químico, de modo a revelar as interfaces entre os diferentes constituintes que compõe o metal (COLPAERT, 2008). Segundo Colpaert (2008), na preparação usual da amostra, após o corte há duas opções: ou a amostra é embutida em um polímero ou resina, o que permite maior firmeza e

facilidade de manuseio durante o polimento, ou, é submetida diretamente à preparação.

Para o lixamento da amostra são utilizadas lixas do tipo “lixa d’água”, fixadas em discos rotativos, e que são utilizadas em sequência de granulometrias decrescentes, e que variam quanto à dureza de cada material (COLPAERT, 2008). Após o emprego das lixas, o polimento é executado, em geral, com panos especiais fixados a pratos giratórios, sobre os quais são depositadas pequenas quantidades de abrasivos (COLPAERT, 2008).

Para o ataque químico, há uma grande variedade de reagentes para diferentes tipos de metais e situações (COLPAERT, 2008). Em geral, o ataque químico é feito por imersão da amostra, durante um período de aproximadamente 20 segundos, assim a microestrutura é revelada, porém este tempo varia de acordo com o reagente. Os reagentes são escolhidos em função do material e dos constituintes macroestruturais que se deseja contrastar na análise metalográfica microscópica (COLPAERT, 2008).

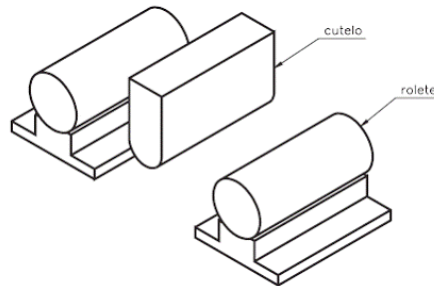
2.4.5 Ensaio de flexão

O ensaio de flexão é realizado em materiais frágeis e em materiais resistentes, como o ferro fundido, alguns aços, estruturas de concreto e outros materiais que em seu uso são submetidos a situações onde o principal esforço é o de flexão (EMIC, 2013). É utilizado principalmente para avaliar as propriedades mecânicas dos materiais, dos quais são analisadas as tensões internas, na fase elástica, isto é, quando o material submetido a um esforço apresenta a capacidade de absorver energia ocorrendo um desarranjo em sua estrutura interna e devolve esta energia ao meio, retornando naturalmente na forma inicial em que se encontrava (EMIC, 2013).

Para executar o ensaio são montados e adaptados a uma máquina universal de ensaios dois roletes, com diâmetros determinados em função do corpo de prova, que funcionam como apoios, afastados entre si a uma distância preestabelecida e um cutelo semicilíndrico, ajustado à parte superior da máquina de ensaios (Figura

27). Nos ensaios de flexão, a força é sempre aplicada na região média do corpo de prova e se distribui uniformemente pelo corpo (EMIC, 2013).

Figura 27: Montagem para um ensaio de flexão



Fonte: EMIC (2013)

No Laboratório de Materiais e Tecnologia do Ambiente Construído/ LAMTAC – UFRGS pode ser encontrada a máquina universal de ensaios EMIC DL20000. Este equipamento é utilizado para ensaios em cerâmicas de construção civil e uma opção econômica para ensaios em metais de média resistência. Também, é usada para caracterização de madeiras. Possui mais de um campo de ensaio, um com célula de carga para até 20.000 kgf (200 kN) e outro para 500 kgf (5 kN).

2.5 VERSATILIDADE NO DESIGN

De maneira geral, é possível se dizer que o design soluciona problemas, sejam eles estéticos, formais ou funcionais, de acordo com as necessidades do usuário. Segundo Löbach (2001), o design é uma ideia, um projeto ou um plano para a solução de um problema determinado, resultante das necessidades humanas. Dessa forma, o segmento de produtos versáteis, modulares e multifuncionais, vem a atender as características do consumidor contemporâneo, cujos desejos e necessidades passam por mudanças e transformações contínuas (IBGM, 2013).

A modularidade, segundo definição do dicionário Aurélio (2013), está relacionada ao conceito de módulo. Diversas combinações para um mesmo conjunto

de unidades (Figura 28) podem dar origem a modelos e variações dos mais distintos produtos finais (QUEIROZ, 2011). O design modular pode fornecer ao usuário a possibilidade de escolha segundo as suas reais necessidades, usufruindo de outras funções, à medida que reconhece que a inclusão/transformação de partes da peça poderá ajudá-lo na sua comodidade e funcionalidade (QUEIROZ, 2011).

Figura 28: Mobiliário modular



Fonte: GIORGIO CAPORASO (2013)

Este conceito vem sendo utilizado há séculos na arquitetura, por exemplo, e, principalmente no século XX, tornou-se sinônimo de padronização e de industrialização construtiva, demonstrando grande importância nos processos de desenvolvimento de produtos (SCALICE, 2011).

Segundo o IBGM (2013), a aplicação de conceitos modulares como padronização com personalização e flexibilidade, leva a um aumento da competitividade entre as empresas industriais.

Já o conceito de multifuncionalidade segundo o dicionário Aurélio (2013), se refere à aplicação a objetos que, além de poderem ser constituídos por módulos que se adaptam e readaptam, podem oferecer mais de uma função (Figura 29) e, às vezes, diferentes formas além da sua original.

Figura 29: Mobiliário multifuncional, cadeira, mesa e estante



Fonte: CHO HYUNG SUK (2013)

A versatilidade, por sua vez, é resultante dos conceitos citados anteriormente, uma vez que seu significado remete a algo propenso à mudança; volúvel, inconstante, mudável, que se move facilmente, que esta em movimento (AURÉLIO, 2013), ou seja, tanto produtos modulares quanto multifuncionais podem ser considerados, de maneira geral, produtos versáteis.

Pode-se dizer também que um produto é criado visando versatilidade quando, por exemplo, utiliza-se da aplicação de conexões entre componentes do produto, que são fortemente responsáveis por sua adaptabilidade tanto na fase criativa como na fase de uso. Essas conexões podem permitir adaptações de uma função para outra, podendo explorar conceitos de modularidade e multifuncionalidade, sem requerer alterações significantes na estrutura do produto, e, geralmente, envolvem procedimentos simples que podem ser executados pelo usuário (HASHIMIAN, 2005). Ainda, considerando-se as transformações tecnológicas e culturais na sociedade atual, e portanto, a crescente preocupação com questões ambientais a partir do aumento do consumo e da frequente substituição de produtos por novos modelos, vale dizer, que as conexões viabilizam a extensão da vida dos materiais através da separação das partes dos produtos para destinação correta dos diferentes materiais nos centros de triagem como reciclagem, compostagem, incineração ou tornar inertes materiais tóxicos e danosos (MANZINI, 2002).

Atualmente, no âmbito do design de produtos, a aplicação de conexões pode ser encontrada em produtos que compartilham componentes entre modelos distintos, ou, são compostos por elementos modulares que se combinam em diferentes arranjos para adequação a diferentes necessidades de uso e espaço (GONDIM, 2010). Além dos exemplos das Figuras 28 e 29, artefatos e equipamentos domésticos como um multiprocessador de alimentos, móveis projetados para adaptarem-se a espaços reduzidos como as camas escamoteáveis, mesas e cadeiras dobráveis, superfícies que se desdobram ou recolhem conforme a necessidade do usuário geralmente necessitam de mecanismos capazes de desempenhar estas operações como dobradiças, corrediças, trilhos, entre outros (GONDIM, 2010).

Mais do que unir elementos, as conexões permitem atualizações e multiplicam funções através de uniões reversíveis ou articuláveis, podendo ser empregadas em arranjos fixos e móveis. Em arranjos móveis, tratam-se de articulações com diferentes graus de liberdade (rotacionais e translacionais), como rótulas ou deslizantes sobre perfis, entre outros. Já os arranjos fixos, são projetados para prevenir que os componentes se separem (GONDIM, 2010). A Figura 30, exemplifica produtos de uso diário com aplicação de conexões entre seus componentes.

Figura 30: Produtos com conexões



- a) Multiprocessador de alimentos com peças encaixáveis para executar diferentes funções, Wallita; b) Cadeira dobrável para facilitar o armazenamento, Duratta

Assim como os produtos citados anteriormente, as joias também podem ser objetos com capacidade de adaptação a partir de soluções de conexão entre suas partes, afinal, as características da vida contemporânea demandam produtos de diversos tipos, versáteis, capazes de atender a diferentes expectativas e necessidades (IBGM, 2013). De fato, tanto a modularidade quanto a multifuncionalidade são ideias muito pertinentes ao atual cenário competitivo do mercado joalheiro, cuja diferenciação, criatividade e inovação são ferramentas essenciais para o sucesso do designer (IBGM, 2012).

Neste contexto, são escassas as peças de joias versáteis encontradas no mercado, que podem oferecer praticidade ao usuário podendo ser utilizadas de diversas maneiras. Segundo Faggiani (2005), o consumidor brasileiro, quando se falando de artigos de luxo, está cada vez mais exigente e seus interesses estão além da simples compra de um produto, já não compram joias por seus preços altos e inacessíveis, mas pelos outros valores que o produto carrega consigo, como tradição, funcionalidade, qualidade, *status*, moda e design. Sendo assim, as joias versáteis encontradas no mercado atual refletem os múltiplos interesses dos consumidores contemporâneos, que muitas vezes buscam formas que se adaptem aos diferentes compromissos do cotidiano, como por exemplo que ofereçam soluções mais leves de uso.

O Quadro 10 exemplifica algumas possibilidades da aplicação dos conceitos de versatilidade no design de joias. As joias representadas permitem mais de uma maneira de uso, através de engates é possível reordenar manualmente a posição das partes constituintes da peça assim como suprimir alguma delas, tornando a joia mais leve. Junto com os exemplos serão ilustrados os mecanismos de cada peça.

Quadro 10: Joias versáteis e suas conexões

<p>a)</p> 	
<p>b)</p> 	
<p>c)</p> 	
<p>d)</p> 	
<p>e)</p> 	

(a), (b) e (c) Celso Dornelles; (d) Liloah; (e) Isabella Blanco

Fonte: O Autor (2013)

No Quadro 10, a joia (a) refere-se a um colar versátil dois em um. O colar é composto por uma parte central móvel que pode ser retirada formando outra possibilidade de uso. Na parte posterior do colar existe uma placa com um furo com rosca (1.) no qual é encaixado e rosqueado o pino com elo, fixo a parte central do colar, com a finalidade de unir as partes (2.). A parte central contendo a gema também possui cavidades laterais que se encaixam no corpo do colar. A conexão em questão é nomeada como “conexão a rosca”. O anel representado em (b), é composto por um elo fechado com gema e pinos laterais, soldados, que estão conectados a um segundo elo. Os pinos permitem que a usuária gire (1.) o elo com a gema e utilize a peça como pingente. O segundo elo é aberto e possui barra de separação (2.) formando duas partes separadas de elo com a finalidade de pendurar em corrente. Nesta joia vemos dois tipos diferentes de conexões: “pino-eixo” e “alça com memória”. As joias (c), (d) apresentam um mecanismo em comum: “tipo alça”. Em (c), observamos um brinco que se transforma em pingente. Um pino fixo à base do brinco (1.) serve de alça para pendurar o pingente (2.). Uma segunda alça (3.) é utilizada quando se deseja utilizar o pingente em um colar. O brinco em (d), da mesma maneira, possibilita a usuária de usá-lo longo ou curto. A joia representada em (e), refere-se a um anel com duas possibilidades de uso. A partir de uma “conexão a rosca” (1.), a peça central do anel (2.), sendo esta uma gema de cor verde, é encaixada ou desencaixada da estrutura do anel.

A fim de atender ao objetivo do projeto, o qual visa criar joias contemporâneas utilizando conceitos de versatilidade, ou seja, joias que possibilitem mais de uma maneira de uso, a partir do Quadro 8, serão determinados, na etapa de criação, mecanismos de conexões móveis para possibilitar que adaptações sejam realizadas pelas próprias usuárias segundo as suas necessidades. Os tipos de mecanismos a serem utilizados irão depender das formas criadas e do movimento e/ou tipo de arranjo que se deseja atingir.

3 PÚBLICO ALVO

Muito embora o comportamento do consumidor seja orientado por vários aspectos como o valor agregado, a funcionalidade e outros que levam à satisfação de necessidades objetivas, cada vez mais as decisões de compra são afetadas pela função simbólica relacionada aos produtos, ou representada por estes (LÖBACH, 2001). No design de joias, vale dizer que a função estética e a função simbólica têm estreita relação de interdependência. Segundo Löbach (2011, p.66), “quando um determinado grupo de pessoas que possui um status social bem definido prefere e utiliza exclusivamente um tipo de produto industrial, pode-se dizer que esse produto passa a representar o status do usuário”. Neste caso, o produto industrial (a joia) torna-se portadora de significado que expressa algo sobre os hábitos de vida dos que a utilizam.

Uma vez que existem consumidores com necessidades, estilos e motivações de compras diferentes surge a necessidade de delimitar o projeto para um segmento que una em um só grupo consumidores com hábitos de vida semelhantes. Para tanto, foi aplicada uma entrevista piloto, composta de quatro questões, ao longo de uma semana via internet com um grupo feminino de usuárias de joias entre 15 e 60 anos, de classe média-alta, contando com 104 participantes. A entrevista foi estruturada na temática do design de joias contemporâneas, sendo as perguntas voltadas a questão da utilização de materiais não convencionais em joias e à dimensão das joias, buscando assim obter as percepções referentes ao conforto, à estética, ao bem estar da consumidora e ao conhecimento em relação a este segmento de joias. Por fim, essas percepções foram úteis para comprovar a relevância do tema abordado, aferir a viabilidade deste projeto, definir o público alvo e gerar *insights* para as etapas de desenvolvimento.

A entrevista foi estruturada da seguinte forma:

- a) Qual a sua idade?
- b) Existe algum tipo de joia que você gostaria de utilizar, porém não utiliza por algum motivo? Qual o motivo? (Esta pergunta exclui motivos financeiros).
- c) Qual a sua opinião sobre brincos grandes?

d) Qual a sua opinião sobre a utilização de materiais alternativos em joias? (Materiais alternativos como, por exemplo, madeira, couro, osso, etc.).

3.1 RESULTADOS DA ENTREVISTA

Os resultados gerais da pesquisa trouxeram informações relevantes. O Quadro 11 traz as principais informações obtidas.

Quadro 11: Resumo das informações da entrevista

Existência de algum tipo de joia com empecilho para a utilização	Segundo 84% das entrevistadas, brincos grandes são as principais peças de joias que tem a sua utilização reduzida ou até mesmo sem utilização em vista do desconforto causado pelo peso elevado ou pelas entrevistadas possuírem a orelha rasgada em função de um brinco pesado. 12% das entrevistadas relatam a respeito de joias frágeis em geral, que acabam arrebatando nas atividades diárias, como trabalho ou esportes. 4% das entrevistadas afirma não utilizar no dia a dia, joias grandes e com diamantes por questão de segurança.
Brincos Grandes	A maioria das entrevistadas (81%) afirma gostar de brincos grandes, porém a utilização destes é reservada para ocasiões especiais em virtude do peso elevado. Outras (27%) não utilizam pelo incômodo do peso, e a minoria (18%) afirma já terem a orelha rasgada pela utilização de brincos muito pesados.
Utilização de materiais não convencionais	Das entrevistadas, 78% têm interesse na utilização de materiais não convencionais em

	<p>joias, destas, 57% têm interesse desde que aplicados de forma que não reduza o valor agregado da joia. 29% das entrevistadas afirmam já utilizar joias com materiais não convencionais. Das entrevistadas na faixa de idade entre 50 e 59 anos (19%), 31% afirmam não considerar joia a utilização de materiais não convencionais, uma vez que muitas bijuterias se utilizam destes materiais.</p>
--	---

Fonte: O Autor (2013)

Os resultados apontam o peso elevado de brincos grandes como sendo o principal fator da restrição de uso destes. Ainda, é notável a simpatia das usuárias em relação a este tipo de joia, no entanto, elas primam pelo conforto do dia a dia e acabam reservando brincos grandes para ocasiões especiais, nas quais o uso não será contínuo.

“O brinco grande valoriza muito a mulher, pois dá um ar mais feminino” (Entrevistada).

“Brincos grandes complementam um visual” (Entrevistada).

A respeito da aplicação de materiais não convencionais nas joias, verifica-se que, ainda que haja grande interesse, principalmente da faixa etária entre 15 e 40 anos, as usuárias apresentam dúvidas ou desconhecimento quanto à maneira de aplicação dos materiais a fins estéticos e de valor agregado. É provável, que esta insegurança ocorra em virtude da variedade de adornos e bijuterias encontradas no mercado que utilizam estes materiais e muitas vezes apresentam um aspecto exagerado, tornando a peça vulgar. Outra razão seria pelo valor intrínseco que a palavra joia possui para as pessoas, em geral, proveniente de uma ideologia tradicional da joalheria de utilizar somente materiais nobres em joias. Nota-se, dessa forma, a necessidade da aplicação destes materiais de uma maneira estético-formal que não desvalorize a joia como um todo.

3.2 DEFINIÇÃO DO PÚBLICO ALVO

Com base nos resultados da entrevista e no perfil comum observado entre as usuárias entrevistadas, definiu-se que o público alvo deste projeto corresponde a um grupo de usuárias entre 30 e 40 anos de idade, que primam pelo conforto do dia a dia, mas valorizam a forma estética. Estas usuárias são mulheres urbanas, multifuncionais, que dividem o seu cotidiano entre trabalho e vida social e, para tanto, procuram solução versáteis para vestir, de maneira que estejam adequadas aos diferentes compromissos do dia-a-dia. São mulheres trabalhadoras, que apesar das inúmeras tarefas diárias, estão sempre atentas às tendências da moda e mostram-se aptas a investir em joias com formas inusitadas e aplicações de diferentes materiais que lhes ofereçam visuais variados para diferentes ocasiões do dia-a-dia.

A Figura 31, apresenta um painel visual com imagens referentes ao estilo de vida do público alvo descrito anteriormente. Estas imagens trazem os sentimentos e emoções das usuárias, assim como situações do cotidiano às quais o produto será utilizado. Logo, o painel visual criado auxiliará no desenvolvimento da peça final, servindo tanto como inspiração ao desenho, como parâmetro para avaliar a linguagem visual do produto ao longo de seu desenvolvimento.

Figura 31: Painel de estilo de vida



Fonte: O Autor (2013)

4 DEFINIÇÕES PRELIMINARES

As definições preliminares da pesquisa são retomadas nesta etapa do projeto através dos materiais e métodos de desenvolvimento, seguido dos resultados e discussões, etapa crucial do trabalho para a conclusão do projeto. Os materiais e métodos serão apresentados como: características físicas das joias (materiais) e perspectiva tecnológica que se deseja atingir (processos).

Os materiais até então definidos, foram escolhidos com base em quatro fatores: nas joias contemporâneas encontradas no mercado; no resultado obtido através da entrevista com as usuárias; em função da disponibilidade dos materiais; e do cenário atual do mercado joalheiro. A perspectiva tecnológica se refere ao processo de inovação que será utilizado a partir de tecnologias disponíveis.

4.1 MATERIAIS

Tendo em vista o contexto mercadológico joalheiro, configurado pela alta na cotação do grama do ouro, e também da viabilidade de execução do projeto para fins de testes até se chegar às peças finais, foi definida a utilização da prata 925 como material convencional das joias. Sendo uma liga metálica nobre, a prata 925 (92,5% de Ag e 7,5% de elementos de liga, comumente o Cu ou o Zn) é a liga mais comumente utilizada na joalheria (MAGTAZ, 2008).

Outros materiais convencionais também utilizados na confecção das joias contemporâneas foram a ametista (gema natural) e a zircônia (gema artificial). A escolha da ametista foi em função da variedade deste material gemológico na Região Sul do País (CORNEJO, 2010) e a sua lapidação, espelhada, em função de ser uma lapidação mais moderna, não muito usual, que agrega um valor estético diferenciado nas peças. A utilização da zircônia, apesar de ser uma gema artificial, ganha espaço no mercado de joias uma vez que o seu efeito assemelha-se ao efeito do diamante, além de se tornar mais viável economicamente.

Como material não convencional, foi definida a utilização da madeira balsa. Existem dois tipos diferentes da madeira balsa comercializados no mercado: a madeira balsa comum, muito utilizada para a confecção de maquetes, porém pouco resistente, e a madeira balsa equatoriana, com resistência elevada sendo até mesmo utilizada em pás de turbinas eólicas, por exemplo. A madeira balsa equatoriana é encontrada em chapas compostas por mais de uma lâmina da madeira além de outros materiais, que conferem excelente relação de boa resistência e baixa densidade. Tais fatores justificam a escolha da madeira balsa equatoriana para o projeto, em chapa de 2,5 mm de espessura, ao invés da madeira balsa comum, por esta ser menos resistente. A madeira balsa, sendo considerada a madeira mais leve de uso comercial que existe, viabiliza, dessa maneira, a confecção de formas de grandes dimensões. Este material se torna uma interessante alternativa para solucionar o problema de muitas usuárias em relação à restrição da utilização de brincos grandes e pesados, como visto no resultado da entrevista.

Não há informação da utilização da madeira balsa entre as madeiras comumente utilizadas no design de joias contemporâneas apesar de ser um material facilmente encontrado no mercado. Tendo em vista algumas de suas principais qualidades (a leveza e a facilidade de trabalhar, no que refere a sua resistência à degradação por fungos) pode ser considerada como um material de inovação na área da joalheria.

O Pau de Balsa pode ser utilizado em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente, graças ao seu rápido crescimento e tolerância à luminosidade. Sua madeira é de baixa densidade, mas de grande resistência a tensões. A madeira é macia e fácil de ser trabalhada. Pelas suas características, é ideal para construção de jangadas, balsas, salva-vidas, boias e brinquedos. O pau de balsa ainda pode ser utilizado na construção de maquetes, caixas leves, artesanatos e pode substituir a cortiça. É igualmente apropriado para fabricação de papel e celulose, já que suas fibras são longas e produzem um tipo de celulose de alta qualidade (Fonte: Wisley Tomaz. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/editorias/agricultura/seder-lanca-diretrizes-tecnicas-sobre-o-cultivo-do-pau-de-balsa/36729>. Acessado em: 21 de jun. 2013).

4.2 PROCESSOS

Para a confecção das joias foram utilizados processos manuais e industriais de fabricação de joias, descritos na seção 2.3.3, complementados pela aplicação do processo tecnológico de corte a laser CO₂, dessa forma, procurando atingir um nível de diferencial relevante em relação às joias contemporâneas do mercado.

A escolha da aplicação do processo tecnológico de corte a laser foi em virtude do valor agregado que a aplicação de processos tecnológicos vêm trazendo às joias no mercado atual.

4.3 CONCEITOS DE VERSATILIDADE E LEVEZA

Uma vez que, de modo geral, o desejo pela utilização de joias com grandes dimensões, principalmente de brincos, é considerável entre o público alvo, o conceito do projeto irá abordar a confecção de brincos grandes que possibilitem conforto e versatilidade aos diferentes compromissos do dia-a-dia das usuárias. Junto a isso, a influência das tendências da moda no design de joias, já elegendo o maxi brinco como tendência para o inverno de 2014, segundo os desfiles do São Paulo Fashion Week deste ano (REDONDO, 2013), é fator decisivo para a criação de brincos grandes.

O conceito de versatilidade será abordado no processo criativo das joias no que se refere ao conforto, à eficácia de uso e de funcionalidade das peças. Para tanto, serão utilizados os conceitos descritos no capítulo 2.5. A leveza, por sua vez, será abordada em função dos materiais definidos para o projeto como chave para viabilizar a confecção de formas grandes, porém leves, garantindo assim o conforto das usuárias.

5 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo aborda as etapas finais, fase de Avaliação e fase de Realização, até o processo de conclusão do projeto. Além da caracterização dos materiais e a definição de parâmetros de processos a fim de viabilizar a produção das peças, foram validadas as necessidades do público alvo a partir de uma pesquisa com um grupo focado de consumidoras.

Depois de concluídas as últimas etapas de validação e pesquisa, foram geradas as alternativas para escolha das peças finais a partir dos conceitos de leveza e versatilidade e da temática de inspiração definida.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

5.1.1 Liga metálica

Com o objetivo de analisar a morfologia e a estrutura do material metálico que será utilizado para o desenvolvimento das peças, sendo este a liga de prata 925, como foi definida na seção 4.1, foi realizado um ensaio metalográfico em duas amostras do material. Das amostras foram utilizadas: uma Ag 100%, e a outra, da liga selecionada, 92,5% de Ag e 7,5% de Cu (prata 925), para poder ser trabalhada em joias. Ambas as amostras foram fundidas em formato de lingote (Figura 32).

Figura 32: Lingotes de prata para análise metalográfica

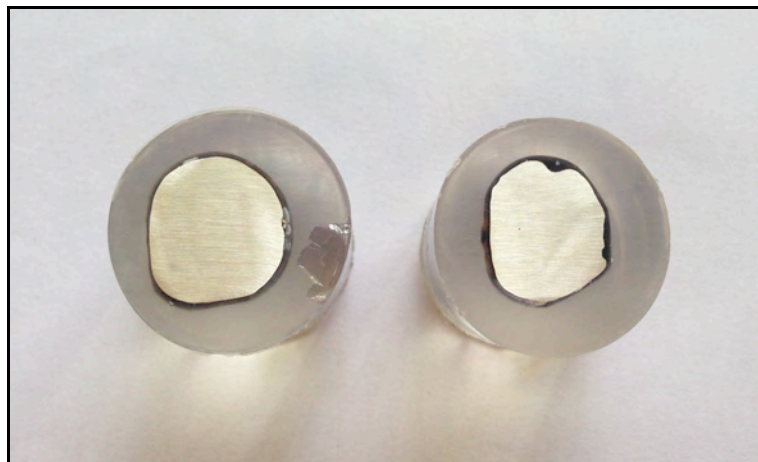


(a) lingote de Ag 100%, dimensões 1,5 cm x 2 cm; (b) lingote de Ag 925, dimensões 1,3 cm x 2 cm

Fonte: O Autor (2013)

Tendo em vista o tamanho reduzido dos lingotes de amostra, optou-se por embutir as peças para facilitar o manuseio no processo de lixamento e polimento. A fim de evitar qualquer alteração na microestrutura do material, causada ou pela pressão ou pela mudança de temperatura no embutimento a quente, optou-se pelo embutimento a frio, e, para tanto, foi utilizada uma resina de poliéster, da empresa Fiberglass® (Figura 33).

Figura 33: Amostras embutidas em resina poliéster



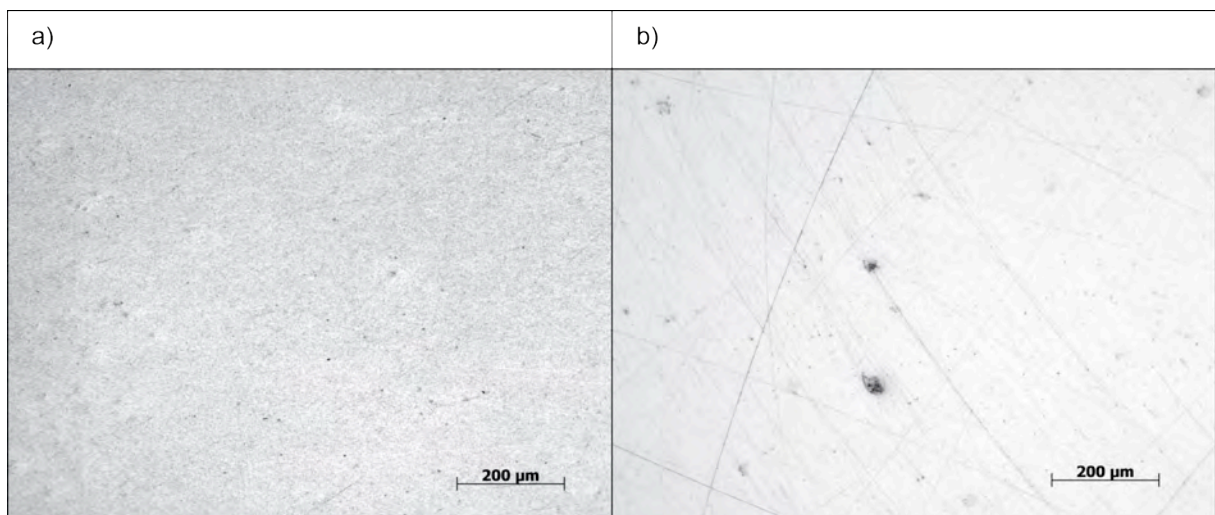
(a) lingote de Ag 100% embutido; (b) lingote de Ag 925 embutido

Fonte: O Autor (2013)

As lixas utilizadas para a preparação das amostras foram de granulometrias 600 e 1000, sob refrigeração e lubrificação à água. O abrasivo utilizado para o polimento das amostras foi a alumina de 1 μm . Após o polimento satisfatório das superfícies das amostras, passou-se para o ataque químico com reagentes. Com a finalidade de obter um ataque efetivo em ambas as amostras de prata, buscou-se a utilização de reagentes específicos para o metal. A partir de pesquisas literárias encontraram-se duas possíveis opções de reagentes químicos: (a) 5 g CrO_3 e 100 mL HCl, e (b) 60 mL HCl e 40 mL HNO_3 , sendo estes reagentes para Au, Ag, Pd e ligas.

Com a aplicação do reagente (a) não se observou ataque químico às amostras; já com o reagente (b) efetivou-se o ataque químico em 45 segundos de contado com as amostras. Para analisar as microestruturas das amostras, utilizou-se o microscópio metalográfico. A Figura 34 apresenta fotomicrografias microscópicas das amostras de Ag 100% e de Ag 925 antes do ataque químico, e, as Figuras 35 e 36 referem-se, respectivamente, às fotografias das amostras de Ag 100% e de Ag 925, após atacadas.

Figura 34: Amostras antes do ataque



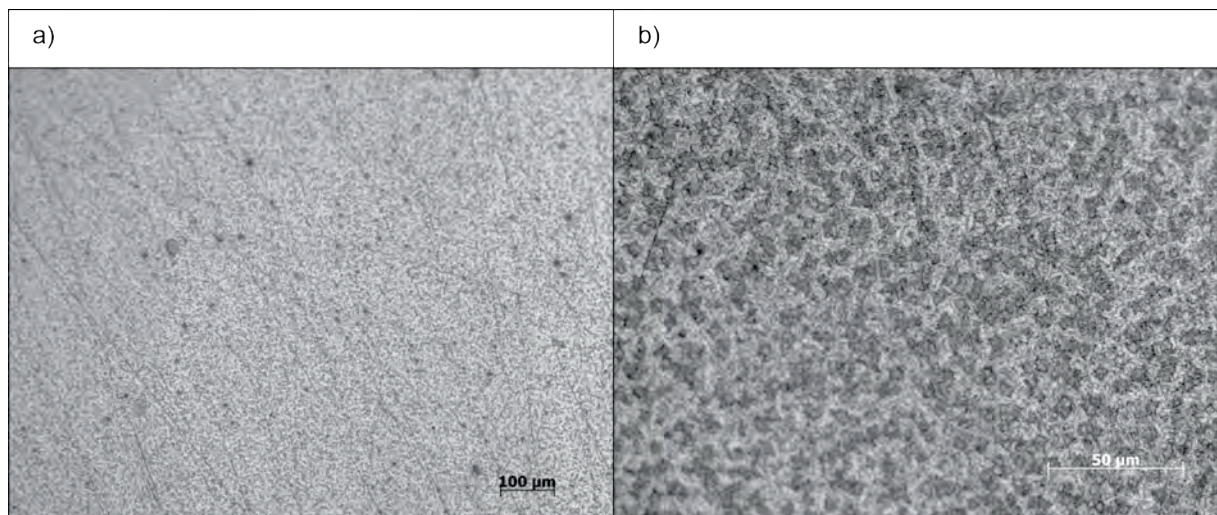
(a) amostra de Ag 100% antes do ataque; (b) amostra de Ag 925 antes do ataque

Fonte: O Autor (2013)

A amostra de Ag 100% antes do ataque químico, representada na fotomicrografia em (Fig. 34a), mostra pouquíssimas inclusões. Estas inclusões podem ser decorrentes de algum resíduo presente na lingoteira no processo de fundição do lingote. Já na amostra de Ag 925, em (Fig. 34b), notam-se riscos persistentes, mesmo após várias tentativas de polimento. Pode-se visualizar, inclusões que ao mudarem de região acabam riscando a superfície da amostra.

Após o ataque do reagente, pode-se visualizar que a granulometria da amostra de Ag 100%, representada na (Fig. 35a) e (Fig. 35b) em diferentes aumentos, está refinada, o que demonstra um resfriamento lento da amostra após a fundição.

Figura 35: Amostra de Ag 100% após o ataque

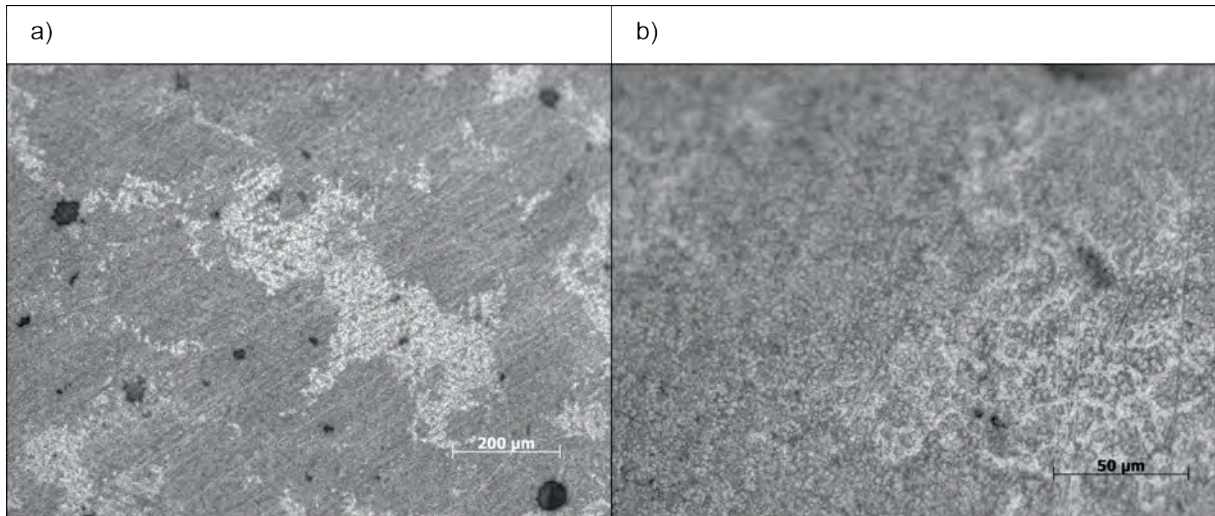


(a) Ag 100% com ataque de 60 mL HCl e 40 mL HNO₃; (b) Ag 100% com ataque de 60 mL HCl e 40 mL HNO₃

Fonte: O Autor (2013)

Na fotomicrografia da amostra de Ag 925 (Figura 36), podem ser observados os contornos de grãos e as diferentes fases. Nota-se também algumas heterogeneidades do material, como a presença de inclusões e de algumas bolhas, provavelmente decorrentes do processo de fundição.

Figura 36: Amostra de Ag 925 após o ataque

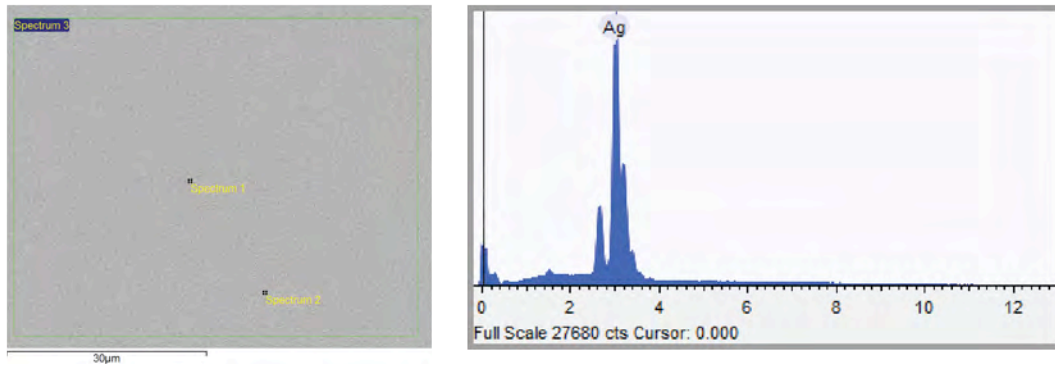


(a) Ag 925 com ataque de 60 mL HCl e 40 mL HNO₃; (b) Ag 925 com ataque de 60 mL HCl e 40 mL HNO₃

Fonte: O Autor (2013)

A fim de aprofundar as análises das microestruturas após os ataques e validar a pureza dos metais utilizados para a fundição da liga Ag 925, o cobre e a prata pura, foram realizadas análises no microscópio eletrônico de varredura (MEV) complementadas por espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS) com as mesmas amostras utilizadas para a metalografia. A Figura 37 se refere à imagem de MEV com os espectros de EDS das áreas analisadas da prata 100%, e, a Figura 38 se refere à liga de prata 925.

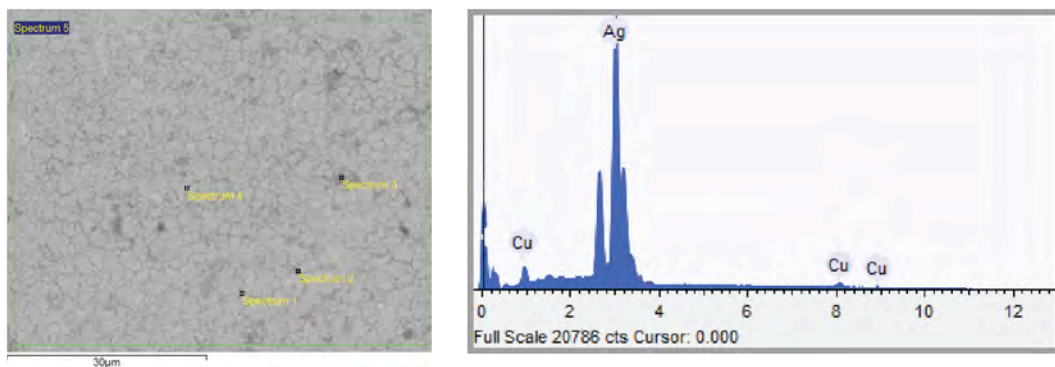
Figura 37: Imagem de MEV da superfície da amostra de Ag 100% e espectros



Fonte: O Autor (2013)

Os espectros da amostra de prata 100% em análise, revelam elevada concentração de prata pura (Ag) em sua totalidade, não sendo observada a presença de inclusões ou outros componentes.

Figura 38: Imagem de MEV da superfície da amostra de Ag 925 e espectros



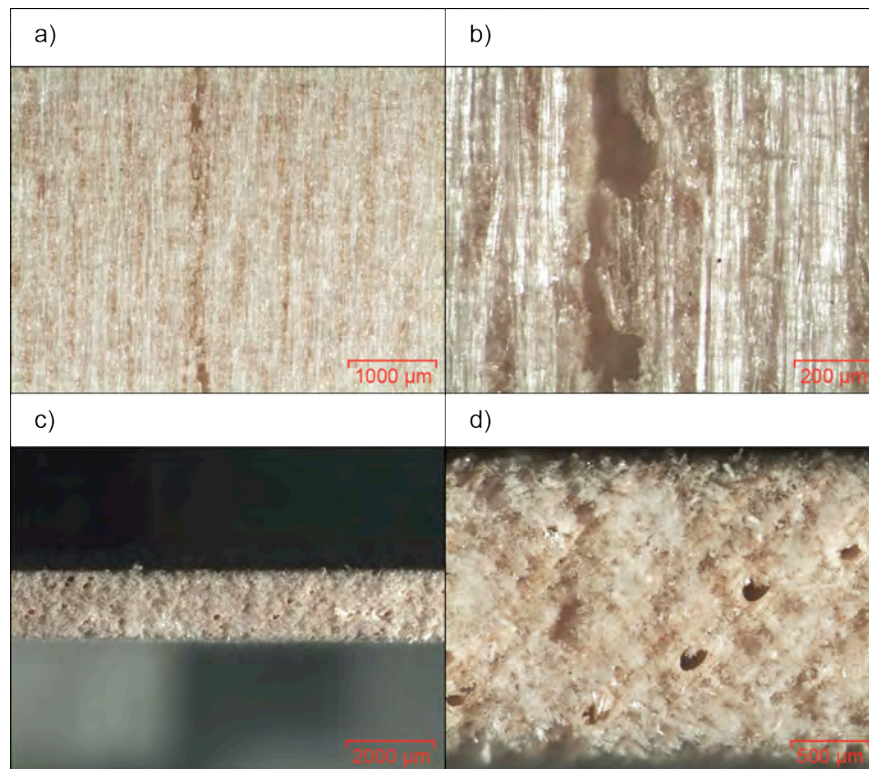
Fonte: O Autor (2013)

Apesar da possível visualização de algumas impurezas na superfície da amostra pela imagem de MEV, os espectros da amostra da liga de prata 925 revelam elevada concentração de prata (Ag) e de cobre (Cu) utilizados para a liga.

5.1.2 Madeira balsa

A fim de analisar as microestruturas dos dois tipos de madeira balsa encontradas no mercado, a balsa comum e a balsa equatoriana, utilizou-se o microscópio estereoscópico. Para a análise foram utilizadas amostras de ambas as madeiras com as mesmas dimensões, 4 cm x 10 cm. Foram tiradas fotomicrografias das faces e das laterais das amostras, revelando aspectos imperceptíveis ao olho nu, como pode-se visualizar nas Figuras 39 e 40.

Figura 39: Fotomicrografias da madeira balsa comum



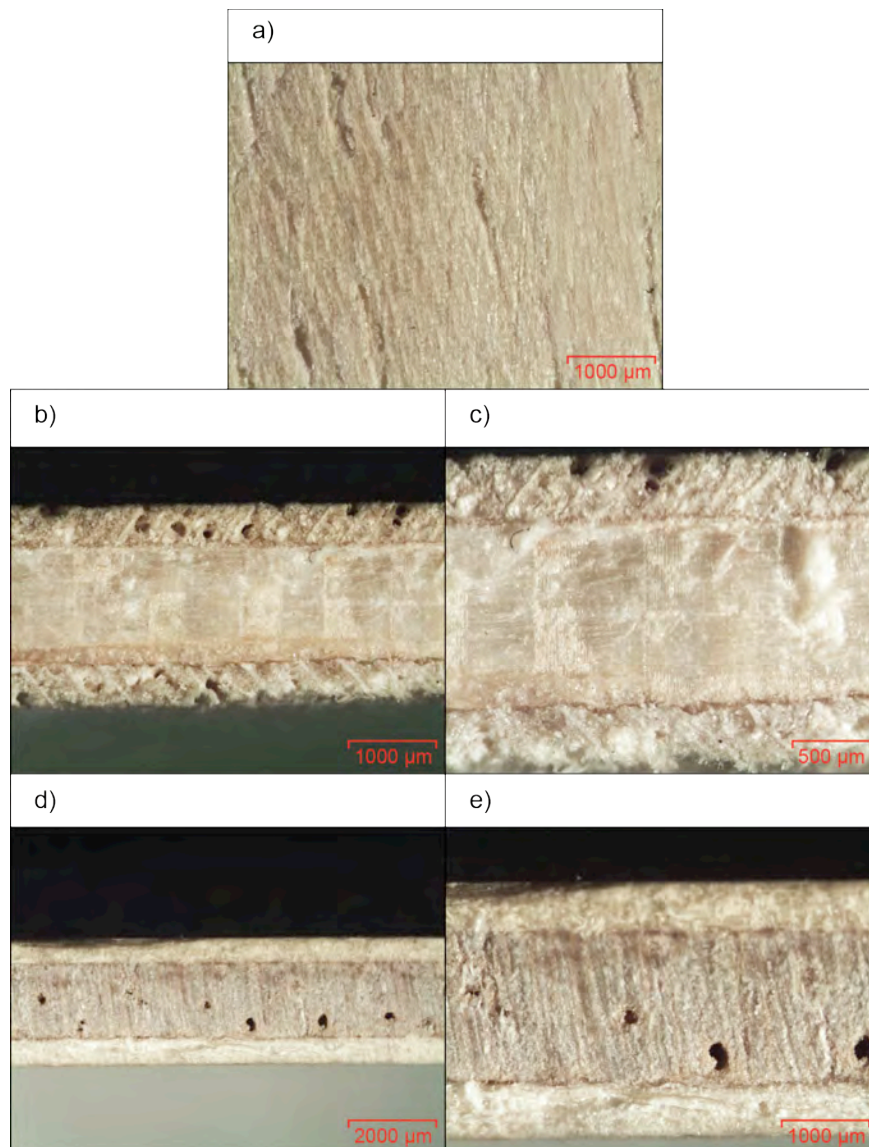
(a) Imagem da superfície fibrosa da madeira; (b) Ampliação da superfície fibrosa da madeira; (c) Imagem da lateral da madeira evidenciando sua porosidade; (d) Ampliação da lateral da madeira evidenciando as fibras e os poros

Fonte: O Autor (2013)

Nas imagens da Figura 39, em (a) e (b) pode-se visualizar a superfície da madeira balsa comum no sentido longitudinal das fibras. Nota-se que as fibras são

bem abertas e quase que transparentes, o que confere baixa densidade ao material. As imagens (c) e (d), representam a lateral da amostra na qual percebe-se a elevada porosidade da madeira e também a presença de inúmeras camadas das fibras.

Figura 40: Fotomicrografias da madeira balsa equatoriana



(a) Superfície da madeira evidenciando seus poros; (b) Lateral da amostra evidenciando a composição de três camadas na madeira e a porosidade das camadas mais externas; (c) Ampliação da lateral da amostra evidenciando as três camadas e a disposição contrária das fibras entre as camadas; (d) Outra lateral da amostra evidenciando as três camadas da madeira e os poros da camada interna; (e) Ampliação da outra lateral da amostra evidenciando as três camadas e poros

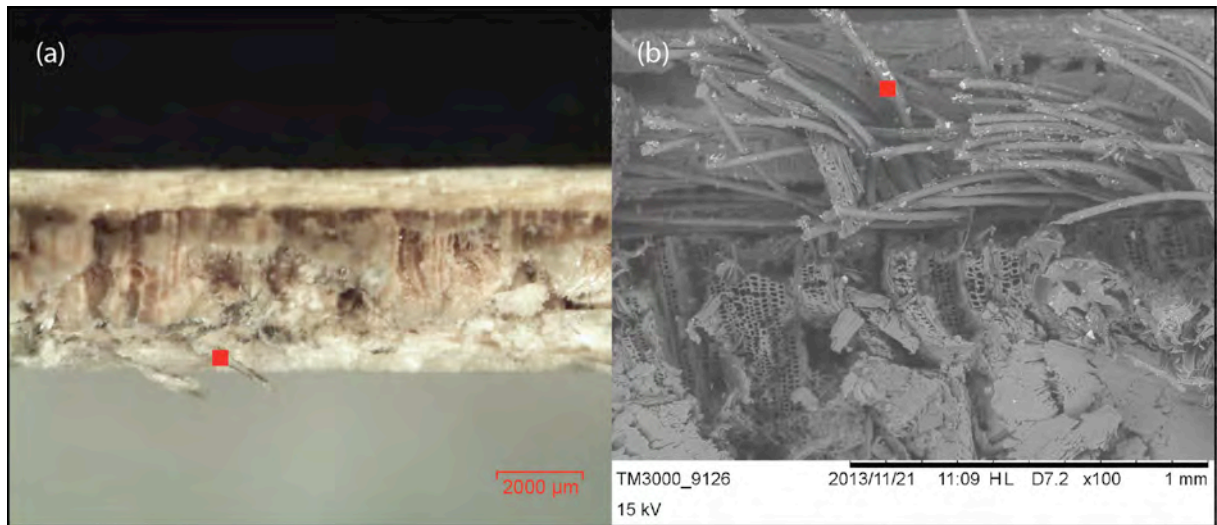
Fonte: O Autor (2013)

Na amostra da madeira balsa equatoriana (Figura 40), em (a) observa-se a semelhança com a superfície da madeira balsa comum. Em (b) e (c), nota-se que a amostra é composta por mais de um tipo de material, apresentando três camadas perceptíveis pelo microscópio. A camada mais externa da amostra assemelha-se à madeira balsa comum, e também, pode-se observar que a disposição das fibras entre as camadas apresenta sentidos contrários, fator que confere maior resistência à madeira. As imagens (d) e (e) se referem a outra lateral da amostra, na qual observa-se os poros da camada interna e também a disposição contrária das fibras entre as camadas.

Dos dois materiais analisados para este projeto, percebe-se, como já observado com uso de microscopia, de que a madeira balsa equatoriana, como é chamada comercialmente, é um sanduíche de três lâminas, composta por mais de um tipo de material (compósito). Este fator determina uma densidade de $0,57 \text{ g/cm}^3$, maior do que a densidade de $0,125 \text{ g/cm}^3$ obtida para a madeira balsa comum.

Em meio ao corte das amostras da madeira balsa equatoriana para as análises no microscópio estereoscópico, observou-se a presença de fios, similares ao fio de uma fibra de vidro, na estrutura interna da amostra. A fim de uma análise mais profunda do material, e, também investigar a possível relação destas fibras com a resistência da madeira, buscou-se auxílio da microscopia eletrônica de varredura (MEV). E, por meio de espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR), foi possível a verificação da composição química da amostra. A Figura 41 apresenta uma fotomicrografia da amostra fraturada da madeira balsa evidenciando a presença de fios e a imagem de MEV da área correspondente.

Figura 41: Fotomicrografia da madeira balsa equatoriana e imagem de MEV da área correspondente

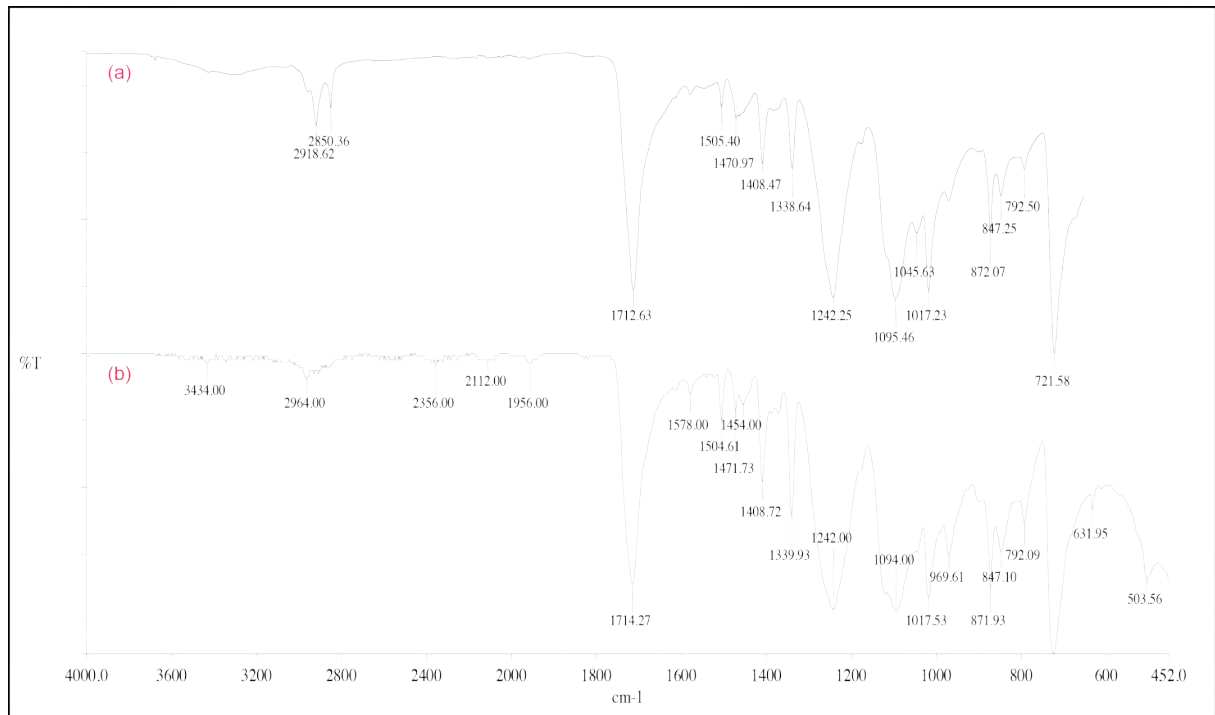


(a) Imagem da estrutura interna da madeira balsa equatoriana após fratura evidenciando material compósito na área selecionada; (b) Imagem de MEV da área correspondente à microfotografia evidenciando os fios encontrados

Fonte: O Autor (2013)

Para investigação do material das fibras encontradas, foi realizada uma espectroscopia de infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR) da qual resultou na presença de um filme translúcido de poliéster entre as fibras da madeira balsa analisada. A Figura 42 apresenta o gráfico comparativo, transmitância (%T) x número de onda (cm^{-1}), dos resultados das análises de FT-IR da fibra encontrada na madeira balsa e da fibra de poliéster Mellinex[®] 377.

Figura 42: Espectro FT-IR obtido nas fibras encontradas dentro da madeira balsa equatoriana



(a) Espectro com picos da fibra encontrada na madeira balsa; (b) Espectro com picos da fibra de poliéster Mellinex[®] 377

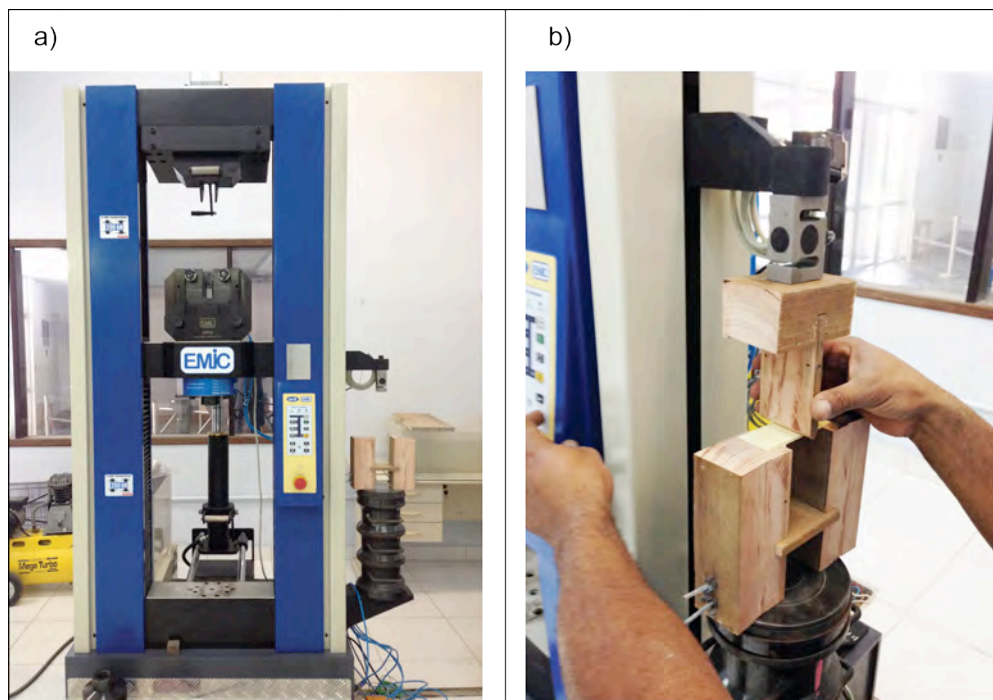
Fonte: O Autor (2013)

Após as análises de FT-IR pôde-se concluir que a madeira balsa equatoriana em questão é composta por duas camadas externas de madeira balsa e uma camada interna de poliéster. Esta característica, junto ao fato das fibras estarem distribuídas em sentidos contrários nas camadas, conferem a elevada resistência do material.

Com o objetivo de avaliar as propriedades mecânicas das madeiras balsas encontradas no mercado, comum e equatoriana, e assim validar a escolha da utilização da madeira balsa equatoriana no projeto, foram realizados ensaios de flexão nos materiais. É importante conhecer o comportamento do material quando submetido a esforços de flexão, uma vez que este será aplicado em peças que terão manuseio contínuo e deverão resistir até mesmo aos mínimos esforços humanos.

No caso do projeto em questão, sendo as amostras leves e de tamanho reduzido, os ensaios foram realizados no campo de ensaio com célula de carga de até 500 kgf da máquina universal de ensaios, à qual um suporte em madeira foi utilizado para fins de montagem do ensaio (Figura 43).

Figura 43: Ensaio de flexão

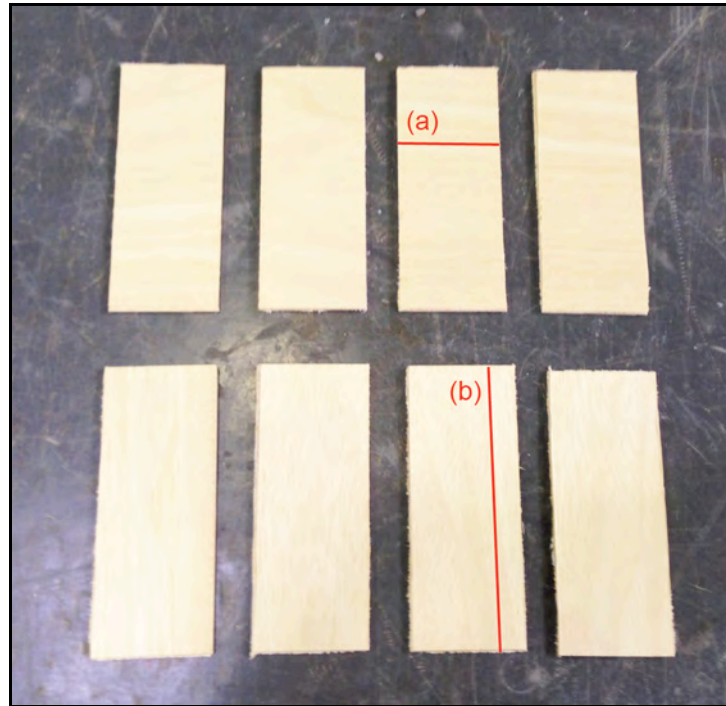


a) Máquina universal de ensaios EMIC DL20000, LAMTAC - UFRGS; b) Ensaio de flexão sendo executado com auxílio do suporte em madeira

Fonte: O Autor (2013)

Foram utilizadas oito amostras de 4 cm x 10 cm da madeira balsa equatoriana, cortadas nos sentidos longitudinal e transversal das fibras, demarcados por linhas vermelhas na Figura 44, e amostras com as mesmas dimensões da madeira balsa comum, cortadas somente no sentido longitudinal das fibras, também demarcado na Figura 45, uma vez que ao ser cortada no sentido transversal às fibras, torna-se tão frágil que quebra-se com esforço mínimo, logo não suportaria o ensaio.

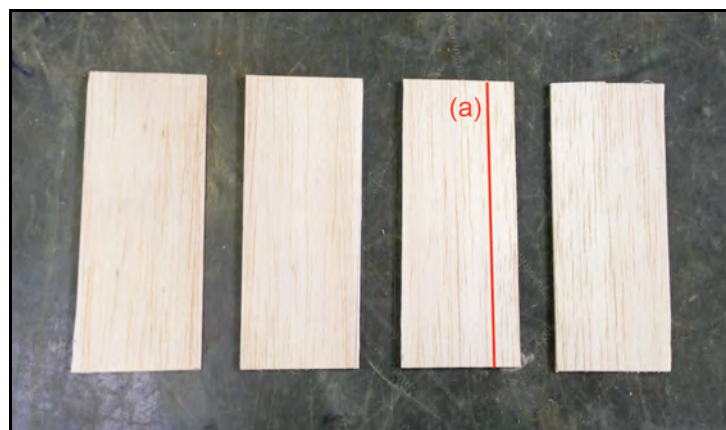
Figura 44: Amostras da madeira balsa equatoriana



(a) sentido transversal às fibras; (b) sentido longitudinal das fibras

Fonte: O Autor (2013)

Figura 45: Amostras da madeira balsa comum



(a) sentido longitudinal das fibras

Fonte: O Autor (2013)

Os resultados dos ensaios mostraram que, de fato, a madeira balsa equatoriana possui resistência superior à madeira balsa comum, uma vez que para fraturá-la é necessária, em média, uma força mínima de 98 N, no sentido transversal às fibras, e 131 N no sentido longitudinal das fibras, enquanto para romper a madeira balsa comum uma força de 20 N, no sentido longitudinal das fibras, já é suficiente. A Figura 46 exemplifica os diferentes corpos de prova utilizados e as forças (N) aplicadas em cada para fraturar.

Figura 46: Corpos de prova e forças (N) referentes

	Corpo de Prova	Força Máxima tração (N)
Amostras da madeira balsa equatoriana no sentido transversal às fibras	CP 1	113
	CP 2	88
	CP 3	89
	CP 4	104
Amostras da madeira balsa equatoriana no sentido longitudinal das fibras	CP 5	118
	CP 6	154
	CP 7	127
	CP 8	125
Amostras da madeira balsa comum no sentido longitudinal das fibras	CP 9	10
	CP 10	12
	CP 11	30
	CP 12	29

Fonte: O Autor (2013)

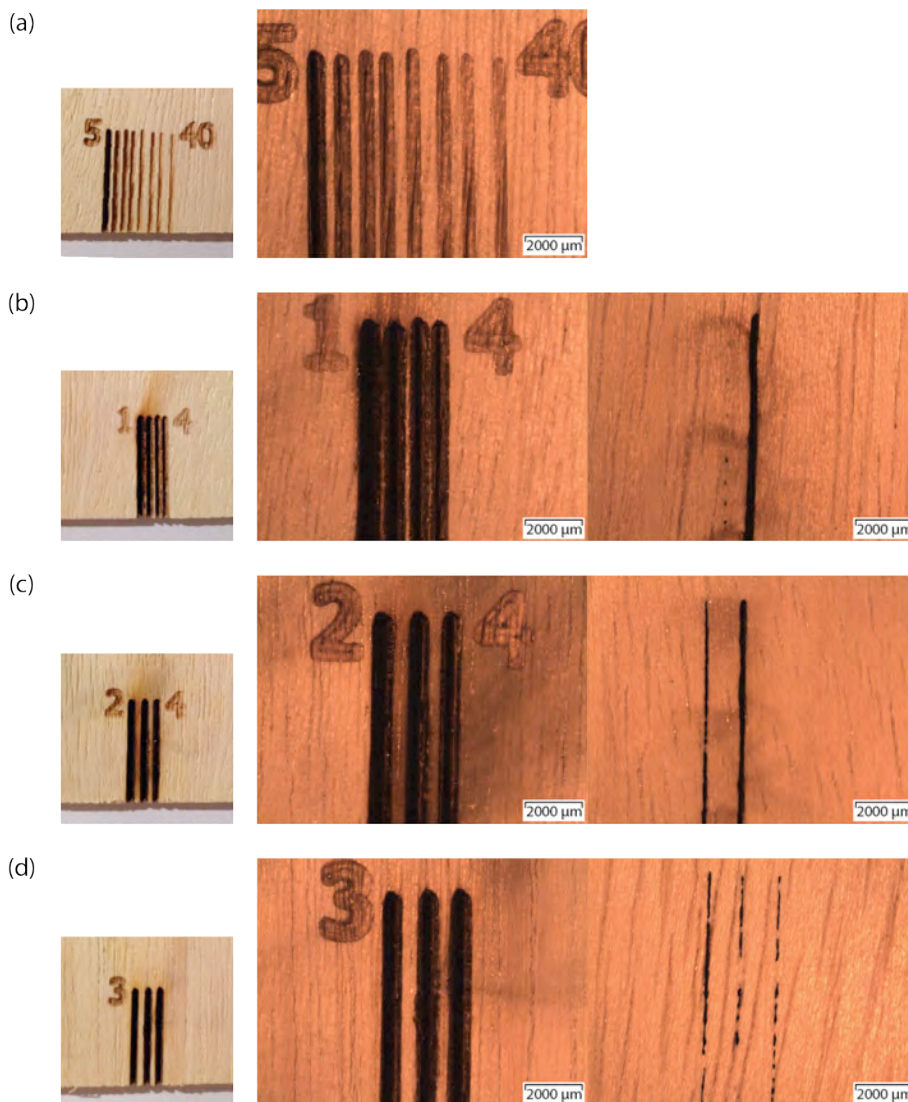
Tendo em vista a resistência superior da madeira balsa equatoriana sobre a madeira balsa comum, optou-se por utilizar somente a madeira balsa equatoriana para os ensaios do processo de corte a laser. Os ensaios objetivaram a investigação da interação entre o laser e a espécie da madeira balsa equatoriana a fim de definir parâmetros de processo. Para a realização dos ensaios foram feitos cortes de traços retos utilizando os seguintes parâmetros: lente 10 cm x 10 cm e potência de 60 W, velocidades variando entre 5 a 40 mm/s, quais sejam 5, 10, 15, 20, até 40, variando de 5 em 5 mm/s; entre 1 a 4 mm/s e entre 2 a 4 mm/s, variando de 1 em 1 mm/s; e com velocidades de 0,5, 0,7, 1, 2,1, 2,3, 2,5 e 3 mm/s.

O corte a laser foi realizado no sentido longitudinal das fibras das amostras da madeira, por ser o sentido de maior resistência, como foi visto anteriormente nos

ensaios de flexão. As velocidades consideradas eficazes de corte, que foram passíveis de romper por completo as amostras da madeira, foram também testadas no sentido transversal das fibras, a fim de analisar o comportamento de corte neste sentido caso as formas criadas para as peças requeiram linhas curvas.

Da Figura 47 a 49, são apresentadas imagens feitas no microscópio estereoscópico para avaliação dos parâmetros testados, unidas com os resultados das velocidades testadas. Nas Figuras 47, 48 e 49, de (a) a (n) pode-se visualizar à esquerda, as amostras após o ensaio de corte a laser, e à direita, fotomontagem das imagens de microestereoscopia mostrando os resultados das diferentes velocidades testadas. As imagens foram capturadas com ampliação de 0,7x.

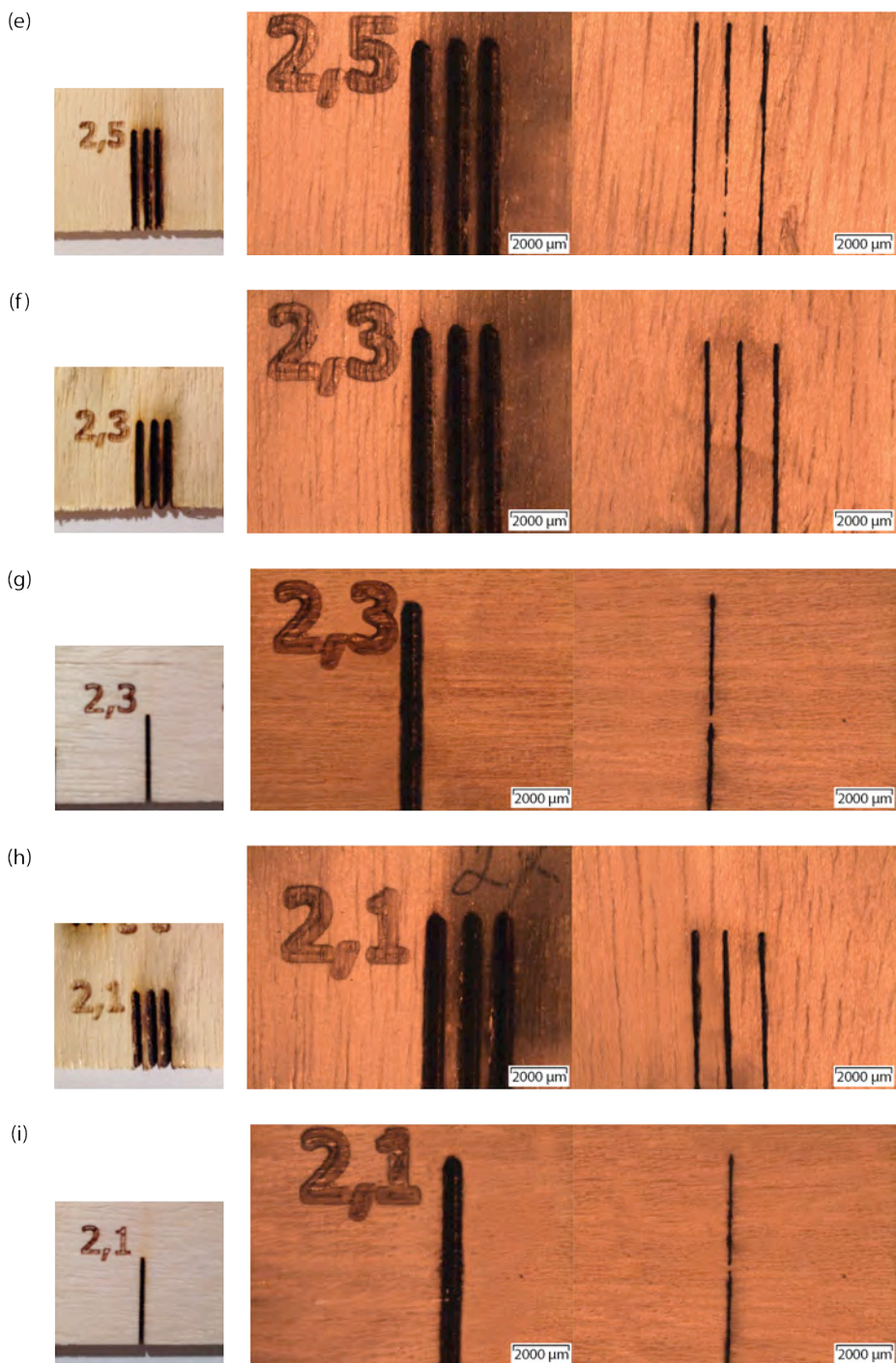
Figura 47: Amostras de corte e imagens de microestereoscopia de (a) a (d)



(a) velocidades de 5 a 40 mm/s, variando de 5 em 5 mm/s com 2 passadas no sentido longitudinal das fibras; (b) velocidades de 1 a 4 mm/s, variando de 1 em 1 mm/s com 1 passada no sentido longitudinal das fibras; (c) velocidades de 2 a 4 mm/s, variando de 1 em 1 mm/s com 2 passadas no sentido longitudinal das fibras; (d) velocidade de 3mm/s com 2 passadas no sentido longitudinal das fibras

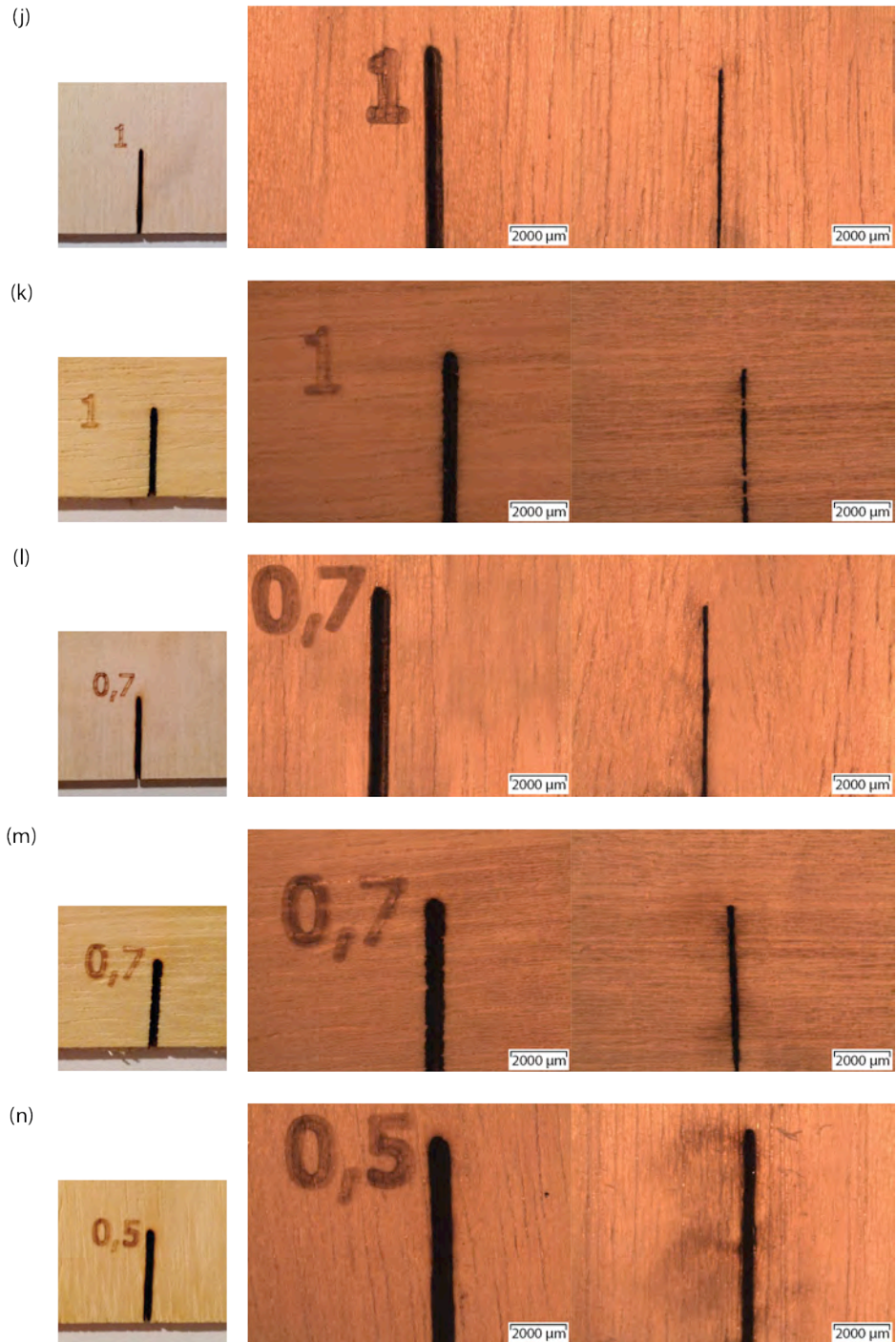
Fonte: O Autor (2013)

Figura 48: Amostras de corte e imagens de microestereoscopia de (e) a (i)



(e) velocidade de 2,5 mm/s com 2 passadas no sentido longitudinal das fibras; (f) velocidade de 2,3 mm/s com 2 passadas no sentido longitudinal das fibras; (g) velocidade de 2,3 mm/s com 2 passadas no sentido transversal às fibras; (h) velocidade de 2,1 mm/s com 2 passadas no sentido longitudinal das fibras; (i) velocidade de 2,1 mm/s com 2 passadas no sentido transversal às fibras

Figura 49: Amostras de corte e imagens de microestereoscopia de (j) a (n)



(j) velocidade de 1 mm/s com 1 passada no sentido longitudinal das fibras; (k) velocidade de 1 mm/s com 1 passada no sentido transversal às fibras; (l) velocidade de 0,7 mm/s com 1 passada no sentido longitudinal das fibras; (m) velocidade de 0,7 mm/s com 1 passada no sentido transversal às fibras; (n) velocidade de 0,5 mm/s com 1 passada no sentido longitudinal das fibras

Analisando a Figura 47, observa-se que as velocidades maiores, entre 5 e 40 mm/s, exemplificada em (a), não obtiveram resultado de corte, apenas ocasionando um processo de gravação na amostra da madeira. Na amostra (b), das velocidades entre 1 e 4 mm/s com apenas uma passada, as velocidades de 2 a 4 mm/s também não causaram rompimento do material, somente resultando em uma gravação mais profunda. Já com a velocidade de 1 mm/s, obteve-se o corte porém gerou maior queima do material uma vez que o laser permaneceu em contato com a amostra por um intervalo de tempo maior. Na amostra (c), com velocidades entre 2 e 4 mm/s e duas passadas, apenas as velocidade 2 mm/s e 3 mm/s cortaram a madeira porém não obteve-se resultados satisfatórios de corte já que não houve rompimento total. Em (d), a velocidade de 3 mm/s com duas passadas não provocou um rompimento eficaz.

Na Figura 48, a amostra (e), com velocidade de 2,5 mm/s e duas passadas no sentido longitudinal de corte, ocasionaram o rompimento da madeira em apenas duas das linhas retas testadas e com menor queima do material, como pode ser visto no verso das linhas de corte. Na amostra (f), a velocidade de 2,3 mm/s e duas passadas, mostrou-se eficaz para a ruptura total da madeira, no entanto, nota-se que a queima do material é maior. Para testar a eficiência de corte dessa mesma velocidade, porém no sentido transversal às fibras da madeira, foi aplicado o laser na amostra (g), que não gerou ruptura por completo da madeira, excluindo a possibilidade do uso desta velocidade no projeto. Na amostra (h), com velocidade de 2,1 mm/s e duas passadas, houve rompimento total do material porém também com queima excessiva. A amostra (i), com a mesma velocidade mas no sentido transversal às fibras, não gerou resultados satisfatórios de corte.

A Figura 49 apresenta as amostras com as menores velocidades que foram testadas. Como o laser permaneceria em contato com as amostras por um intervalo de tempo maior, as velocidades foram aplicadas com apenas uma passada para prevenir a queima excessiva do material. A amostra (j), com velocidade de 1 mm/s, proporcionou total ruptura da amostra e com pouca queima do material, já esta mesma velocidade no sentido transversal (k) não apresentou corte efetivo. A amostra (l), com velocidade de 0,7 mm/s, mostrou-se eficaz para corte no sentido longitudinal das fibras, e, a mesma velocidade no outro sentido (m) também ocasionou rompimento eficaz e homogêneo, com queima tolerável de material. Na

amostra (n), foi testada a menor das velocidades, de 0,5 mm/s, que ocasionou a ruptura porém com queima intensa de material, o que já exclui velocidades menores do que esta.

Após analisados os resultados dos ensaios, pôde-se concluir que velocidades menores, entre 0,7 e 1 mm/s, apresentam corte mais efetivo do material uma vez que as velocidades maiores não foram passíveis de cortar por completo as amostras. Apesar de a queima do material ser mais intensa às velocidades menores, a redução do número de passadas ocasiona resultados razoáveis de queima do material. Entre as menores velocidades testadas, a velocidade de 0,7 mm/s foi a que se mostrou mais adequada com os demais parâmetros utilizados nos testes. Apesar de apresentar queima parcial do material ao corte, a homogeneidade do rompimento do material em ambos os sentidos das fibras da madeira, longitudinal e transversal, torna-se o fator mais relevante para a efetividade do projeto.

Definidos os parâmetros de corte para a madeira balsa do projeto, torna-se necessária a escolha de um acabamento para proteção do material visando a sua durabilidade, uma vez que será trabalhado em uma joia contemporânea. Tendo em vista o fato de que, em geral, a madeira pode retrair-se ou inchar conforme perde ou ganha umidade, em função das tensões internas geradas, surgem uma série de defeitos, como rachaduras e empenamentos. Estes defeitos, podem inviabilizar seu uso ou prejudicar o funcionamento dos artefatos compostos por peças de madeira, como, por exemplo, as esquadrias, as peças estruturais de uma edificação e até mesmo objetos de uso pessoal (CERCHIARI, 2010). Além de variações dimensionais, em condições de umidade, a madeira fica sujeita ao ataque de microorganismos, que podem causar seu apodrecimento, como também, fica susceptível à mudança de sua aparência quando exposta ao intemperismo (ROESE, 2009).

Uma vez que a madeira, em sua maioria, apresenta elevada hidrofiliabilidade e porosidades de tamanhos variados, o principal alvo das estratégias de sua preservação é a umidade: reduzindo a absorção de água da madeira, sua degradabilidade também será reduzida (ROESE, 2009).

As alternativas para controlar os efeitos da variação do teor de umidade da madeira compreendem métodos essencialmente mecânicos, como a superposição

de camadas finas orientadas ortogonalmente entre si (chapas compensadas) e métodos químicos impermeabilizantes com a utilização de produtos compostos de resinas naturais ou sintéticas, como tintas, vernizes, seladoras e ceras, além de soluções ou emulsões hidrorrepelentes ou hidrofugantes (CERCHIARI, 2010).

A era industrial trouxe uma diversidade imensa de materiais sintéticos e, juntamente com a explosão do consumo, vieram também problemas ecológicos em função do descarte destes materiais. Como consequência destes problemas, o emprego de materiais não agressivos ao meio ambiente em produtos acabados vem ganhando uma importância crescente (ROESE, 2009).

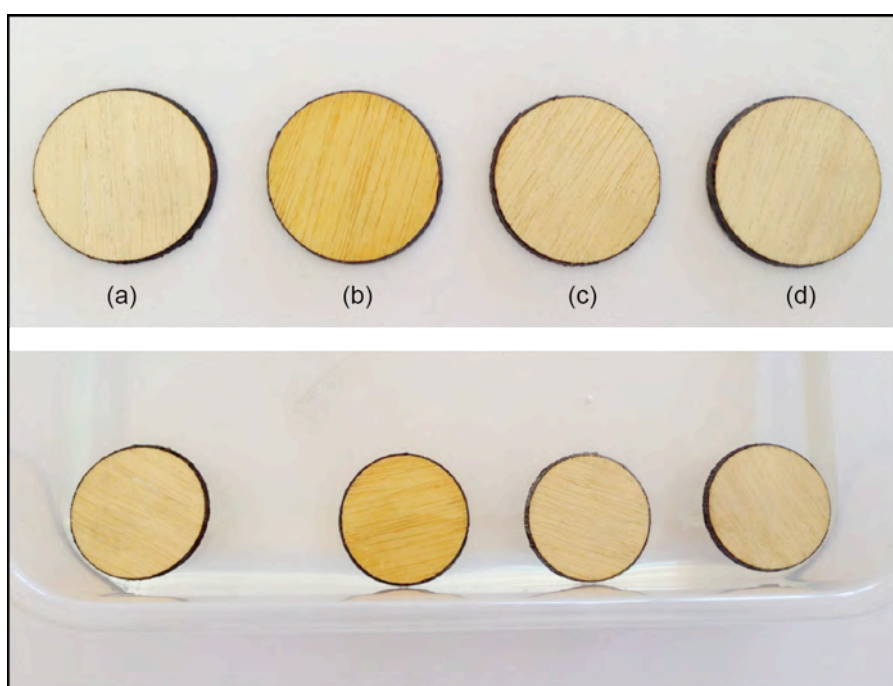
A fim de prevenir os efeitos citados anteriormente na madeira balsa utilizada no projeto, foram testados diferentes tipos de impermeabilizantes não agressivos ao meio ambiente, entre eles: verniz extra marítimo, verniz acrílico e termolina. O verniz extra marítimo é um verniz transparente a base de água que possui filtro solar, secagem rápida, é especial para proteção de madeiras mas apresenta acabamento amarelado após seco. A marca utilizada para os ensaios foi a Sparlack[®]. O verniz acrílico utilizado foi da marca Acrilex[®], fosco, que é um verniz também à base de água indicado para dar acabamento em telas, papel, cortiça e madeira entre outros. Apesar de possuir aspecto leitoso, seu acabamento final é incolor. A termolina, também da marca Acrilex[®], é um impermeabilizante a base de água utilizado para proteger costuras e bordados, por exemplo, evitando o desfiamento em trabalhos de recorte. Possui acabamento incolor após a secagem.

Para a aplicação dos impermeabilizantes foram cortadas amostras redondas com 3 cm de diâmetro e quadradas com 3 cm de aresta, para fins de análise de acabamento de corte nas bordas e cantos, utilizando os parâmetros de processo de corte a laser definidos para o projeto, sendo estes: lente 10 cm x 10 cm, potência de 60W e velocidade de 0,7 mm/s com uma passada. Para cada impermeabilizante foram feitos dois estudos com tempos diferentes, primeiro, uma amostra sem impermeabilizante foi submersa na água por 15 minutos e logo após, pesada; na outra amostra, foi aplicado o impermeabilizante segundo as instruções do fabricante e após seco, foi também submersa na água pelo mesmo período de tempo, e então, pesada. Após realizado o processo com os demais impermeabilizantes, as mesmas etapas foram repetidas porém com um período maior, deixando as peças 30 minutos

submersas na água. Para fins de comparação, as amostras redondas, com 0,9g, foram utilizadas nos testes de 15 minutos e as amostras quadradas, de 1,2g, nos testes de 30 minutos.

Antes da execução dos ensaios, as amostras foram deixadas dentro de uma estufa, por 24 horas, para que a umidade fosse normalizada. Segundo as recomendações dos fabricantes, foram aplicadas 3 demãos dos produtos com intervalos de secagem de 4 horas entre cada aplicação. O verniz extra marítimo gerou uma coloração amarelada na amostra, o verniz acrílico fosco não resultou alteração na cor natural da madeira e a termolina deixou um aspecto leitoso. Nas Figuras 50 e 51, podemos visualizar as amostras com a utilização de cada um dos impermeabilizantes e os ensaios destas com 15 e 30 minutos de imersão na água, respectivamente.

Figura 50: Amostras para teste de 15 minutos



(a) amostra sem impermeabilizante; (b) amostra com verniz extra marítimo; (c) amostra com termolina; (d) amostra com verniz acrílico

A Tabela 1, apresenta os dados referentes aos pesos das amostras da Figura 50, sem e com impermeabilizantes, antes do ensaio na água e após o ensaio.

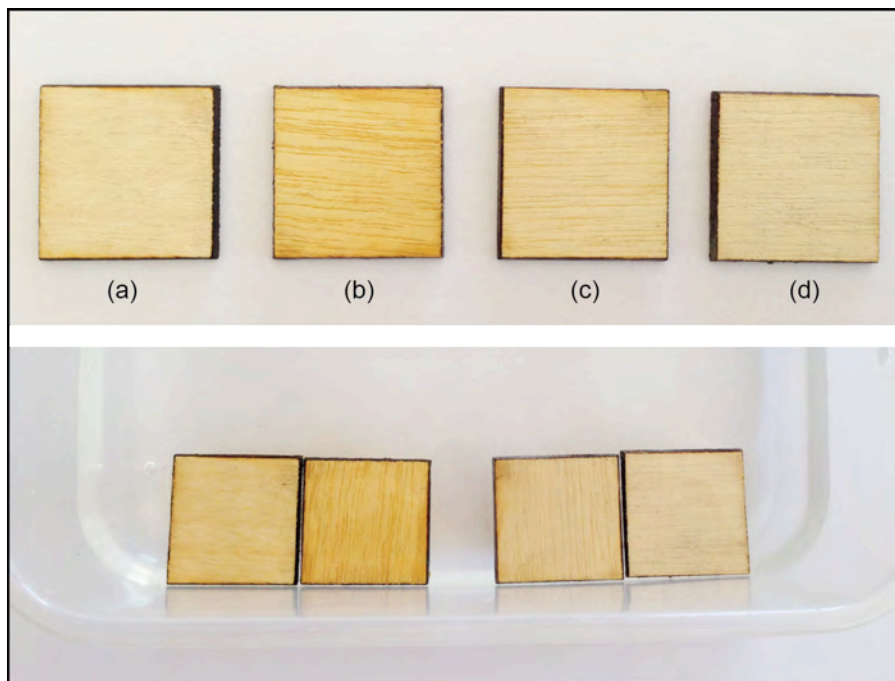
Tabela 1: Ensaio de 15 minutos na água

Amostra	Peso da amostra antes de imersa na água	Peso da amostra após 15 minutos imersa na água
(a) sem impermeabilizante	0,9 g	1,2 g
(b) verniz extra marítimo	0,9 g	1,1 g
(c) termolina	0,9 g	1,1 g
(d) verniz acrílico	0,9 g	1,1 g

Fonte: O Autor (2013)

Segundo os resultados da Tabela 1, as amostras não tiveram o seu peso alterado pela aplicação dos impermeabilizantes. Após os 15 minutos na água, a amostra sem impermeabilizante absorveu mais água do que as com impermeabilizantes, porém, a diferença entre elas não foi muito significativa para o tempo estipulado, somente 0,1 g de diferença. Os resultados dos impermeabilizantes não tiveram divergência entre si.

Figura 51: Amostras para teste de 30 minutos



(a) amostra sem impermeabilizante; (b) amostra com verniz extra marítimo; (c) amostra com termolina; (d) amostra com verniz acrílico

Fonte: O Autor (2013)

A Tabela 2, apresenta os dados referentes aos pesos das amostras da Figura 51, sem e com impermeabilizantes, antes do ensaio na água e após o ensaio.

Tabela 2: Ensaio de 30 minutos na água

Amostra	Peso da amostra antes de imersa na água	Peso da amostra após 15 minutos imersa na água
(a) sem impermeabilizante	1,2 g	1,6 g
(b) verniz extra marítimo	1,3 g	1,4 g
(c) termolina	1,3 g	1,5 g
(d) verniz acrílico	1,3 g	1,5 g

Fonte: O Autor (2013)

Os resultados obtidos na Tabela 2, mostram que a aplicação dos impermeabilizantes resultaram no acréscimo de 0,1 g ao peso inicial. Após os 30 minutos na água, a amostra sem impermeabilizante ficou 0,4 g mais pesada, já os outros impermeabilizantes apresentaram alterações menores, sendo o verniz extra marítimo 0,1 g mais leve após o tempo estipulado na água. Como a variação de peso após absorção de água entre os impermeabilizantes é muito pequena, optou-se pelo uso do verniz acrílico fosco no projeto em virtude da coloração final da peça, uma vez que o verniz marítimo deixa a madeira amarelada e a termolina com aspecto branco leitoso.

5.2 VALIDAÇÃO DA ENTREVISTA COM PÚBLICO ALVO

A fim de validar os resultados obtidos na entrevista com consumidoras de joias (seção 3.1) e com isso buscar melhor atender às suas necessidades foi realizada uma pesquisa com um grupo focado de 25 usuárias entre o público alvo definido para o projeto. Com essa pesquisa, foi obtido um maior aprofundamento nas percepções das usuárias, o que irá contribuir no processo criativo da joia, uma vez que foram apresentadas peças físicas de joias, joias contemporâneas e bijuterias, de grande porte, para manuseio e experimentação. Na Figura 52, podemos visualizar os 18 pares de joias, joias contemporâneas e bijuterias utilizadas no grupo focado.

Figura 52: Peças utilizadas no grupo focado



5.2.1 Resultados da validação

Após experimentadas e comentadas as peças exemplificadas na Figura 52, foram levantados aspectos relevantes quanto a forma, peso, materiais e fixação dos brincos. A partir das percepções de cada usuária foram obtidos os principais pontos que contribuirão significativamente para o desenvolvimento das peças. O Quadro 12 apresenta os principais aspectos levantados no grupo focado, baseados nos pares de brincos da Figura 52.

Quadro 12: Considerações geradas a partir do grupo focado com usuárias

Quanto a forma	Brincos grandes que são vazados possuem um aspecto agradável visualmente, além de muitas vezes contribuírem para deixar a peça mais leve.
Quanto ao peso	<p>Brincos com base muito pequena, como exemplos as peças (k), (m) e (o), pesam mais na orelha e em geral são os que mais causam rasgamento do lóbulo;</p> <p>Apesar das peças (d), (f) e (j) também apresentarem base reduzida, elas possuem bases mais alongadas e rígidas, que preenchem o lóbulo, sustentando mais o brinco na orelha.</p>
Quanto aos materiais	<p>Jóias com muita pedraria são mais fáceis de ser confundidas com bijuterias, como exemplos (a), (b) e (f);</p> <p>De maneira geral, o material não convencional se aplicado de forma simples ao ouro ou a prata, como em (c), mostra-se agradável aos olhos das consumidoras.</p>

Quanto à fixação	<p>Para brincos com a base muito pequena, como os pares (k), (m) e (o), foi sugerido a utilização de uma tarraxa maior, que preencha mais o lóbulo na parte posterior e firme mais na orelha;</p> <p>Os brincos que utilizam ganchos sem tarraxas como forma de fixação no furo da orelha, (q), devem ser elaborados com formato de gancho eficaz para evitar perda;</p> <p>Brincos com mais de uma forma de fixação, como em (c), que no caso apresenta pino/tarraxa e ainda fixa-se no contorno da orelha, são interessantes aos olhos das usuárias.</p>
------------------	--

Fonte: O Autor (2013)

5.3 CRIAÇÃO

Segundo Wager (1980), na joalheria contemporânea, não existem regras definidas para a elaboração ou criação de joias. Cada designer tem seu método pessoal, seu modo de se expressar e inúmeras fontes de inspiração (WAGNER, 1980).

O processo de criação do projeto ocorreu a partir da escolha de um tema de inspiração e, por conseguinte, foram utilizados painéis de inspirações criados a partir de imagens referentes ao tema para a geração de alternativas das peças. Das referências dos painéis, também foram retiradas inspirações para atender à versatilidade das peças.

5.3.1 Tema de inspiração

A escolha do tema de inspiração que foi utilizado para a criação das peças do projeto foi baseada no Caderno Preview de Design de Joias e Bijuterias 2014, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Gemas e Metais – IBGM, que atua como fonte de referência e informação para o setor joalheiro. O Caderno Preview não é apenas um caderno contendo as tendências do design de joias, mas sim uma visão estratégica que contempla as diversas etapas da concepção do design, entre elas: pesquisa, concepção do produto, fabricação, distribuição, promoção e consumo, além de estimular o fortalecimento da identidade brasileira (IBGM, 2013).

O caderno traz referências sobre o momento em que vivemos marcado pela troca de referências entre os séculos e intercâmbio entre as diversas culturas (IBGM, 2014). Ainda, ressalta que uma das principais características da moda, influenciadora no design de joias, é saber produzir trocas criativas entre diferentes estilos a partir da mistura de peças funcionais, pertinentes à vida cotidiana, e joias mais diferenciadas, atendendo aos estilos heterogêneos de cada consumidora, o que se aplica à versatilidade da joia contemporânea.

A vida contemporânea tem produzido grandes mudanças tanto nas consciências individuais como coletivas (IBGM, 2014). Segundo o IBGM (2014), hoje os valores se multiplicam e fragmentam a unidade dos antigos interesses, o que se aplica à inserção de diferentes materiais na joalheria, ressaltando a ideia de Pedrosa (2013), que no atual contexto de produção de joias o principal valor da peça está na forma, e não na matéria.

Tendo em vista a multiplicidade de valores, diversidade cultural e ambiental, o caderno de tendências sugere o Brasil como principal fonte de inspiração para o mercado joalheiro de 2014 (IBGM, 2014). Como uma das principais justificativas, o IBGM (2014) destaca a receptividade e simpatia do povo brasileiro que são hoje referências para a formação de comportamento contemporâneo e exemplos de estilos de vida.

Segundo a consultora de moda e mercado, Geni Rodio Ribeiro (2013), quando se fala de joalheria brasileira, os primeiros adjetivos que nos vêm à mente

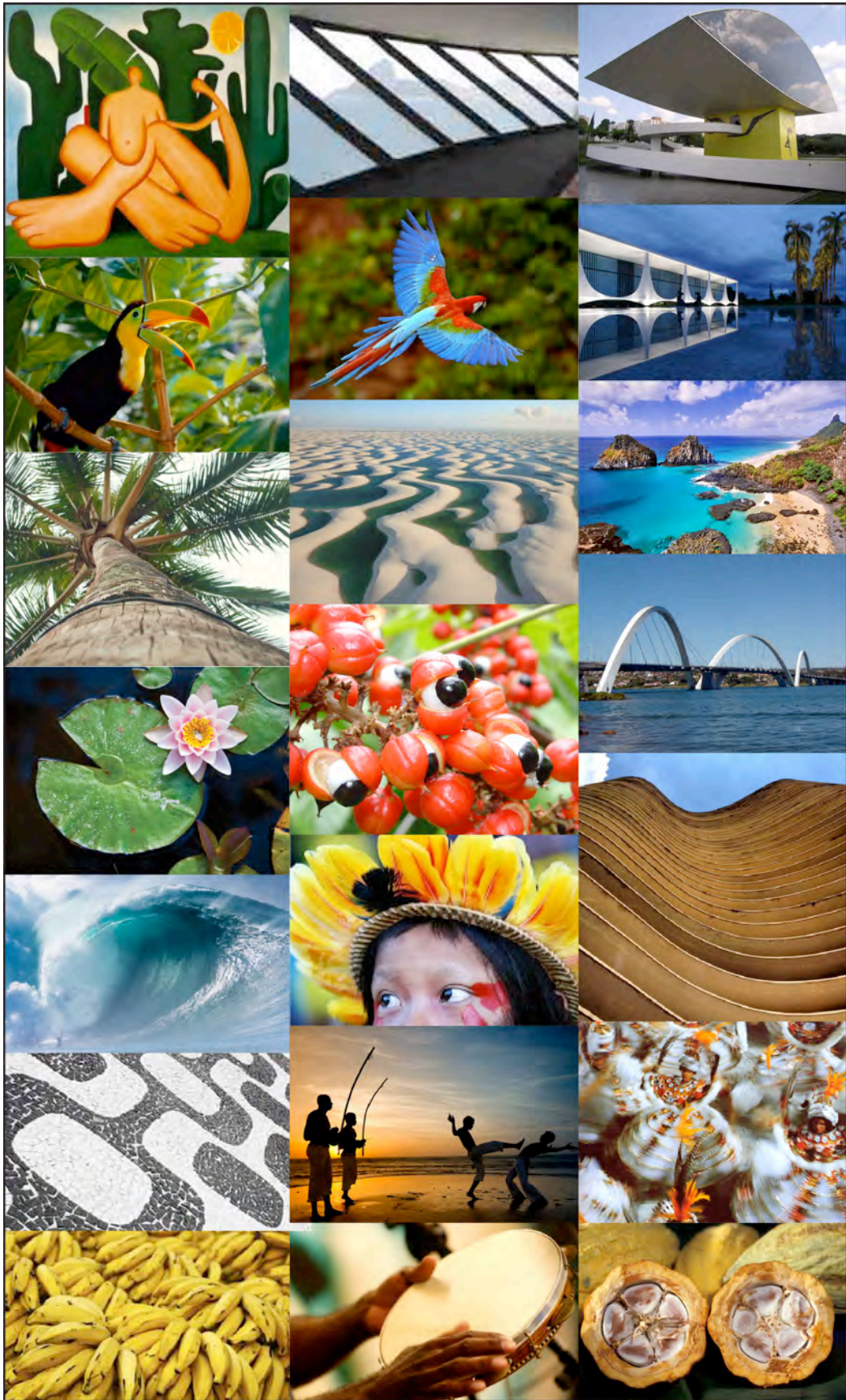
são: alegre, colorida, sensual, autêntica, diversificada, com muito movimento e cor. Ainda que as gemas brasileiras sejam um grande patrimônio, principalmente pela sua cor, há ainda outros atributos de brasilidade que podem ocasionar boas vendas quando bem empregados nas joias (RIBEIRO, 2013). Em um país de dimensões continentais, a diversidade de biomas e a riqueza da fauna e da flora são atributos explorados com sucesso na joia brasileira (RIBEIRO, 2013).

“A joia tem um atributo de brasilidade que é fantástico: a forma. O Brasil é um país de formas arredondadas e sensuais, isso está até no mapa do país. Pode-se trabalhar com formas que demonstrem esse nosso jeito de ser, de viver, de andar: isso são elementos fortíssimos” (Comentário da consultora de moda e mercado, Geni Rodio Ribeiro, a respeito do Brasil como tema de inspiração para 2014).

Para a criação das peças, portanto, buscou-se inspiração em algumas iconografias fortes, marcantes da cultura brasileira, ícones dos patrimônios material e imaterial, como exemplos da arquitetura, destinos turísticos de fama internacional e até mesmo referências da cultura popular brasileira como a capoeira e o samba. Dessa forma, partiu-se da criação de painéis de inspiração com imagens que remetem ao tema da brasilidade, a fim de encontrar aspectos e/ou formas nas quais as peças possam ser inspiradas para criar uma proposta realmente moderna e contemporânea.

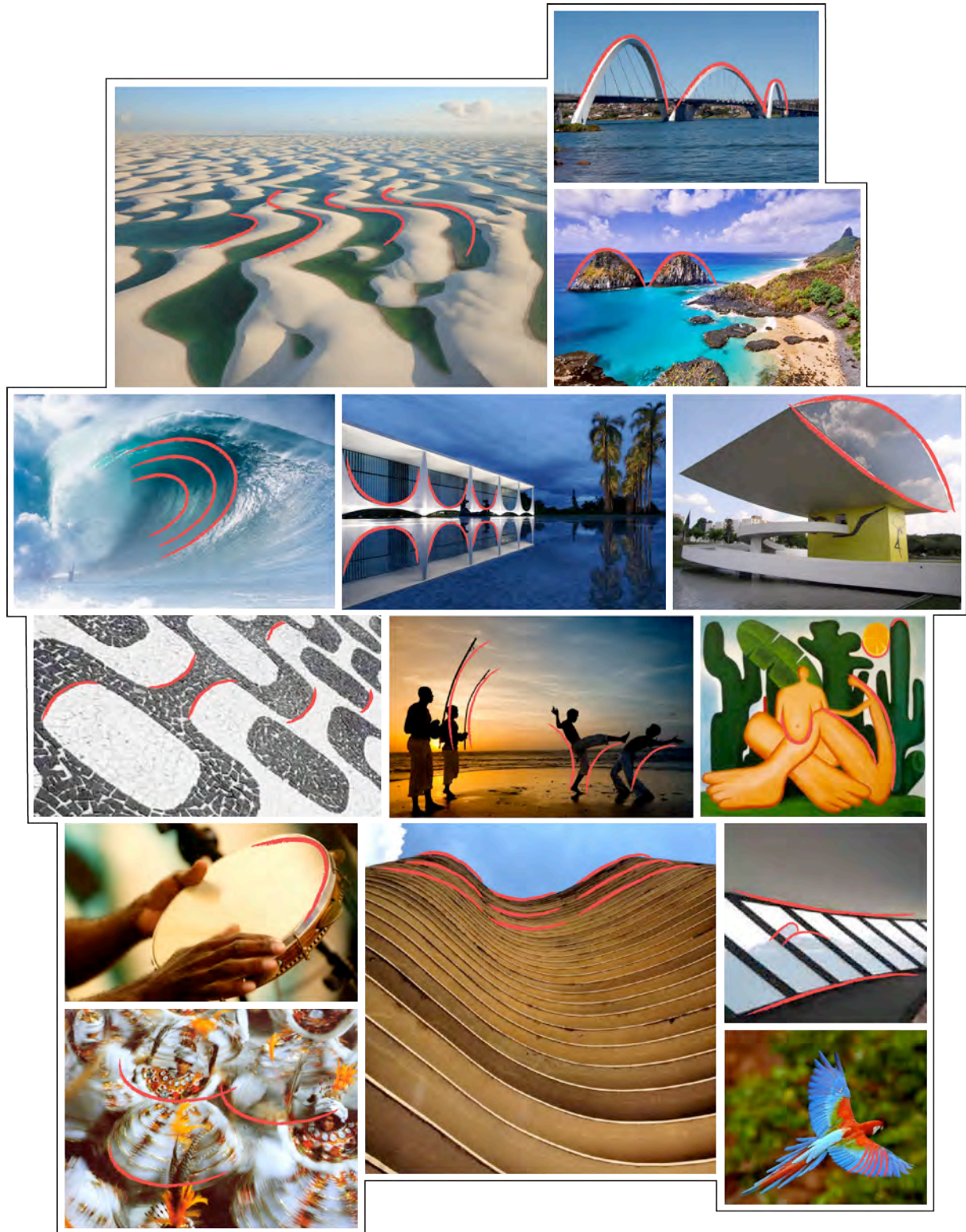
As Figuras 53 e 54 referem-se aos painéis de inspirações criados, sendo a Figura 53, um painel geral com imagens que se referem ao Brasil. Já a Figura 54, é uma seleção de imagens, ou seja, um painel específico, retiradas da Figura 53 que trazem aspectos identificados quanto a formas e movimentos.

Figura 53: Paineil geral de inspirações



Fonte: O Autor (2013)

Figura 54: Painel de inspiração específico



Fonte: O Autor (2013)

O painel da Figura 53, ressalta ícones marcantes da nossa cultura conhecidos internacionalmente como o samba, a capoeira, a nossa fauna e flora, obras arquitetônicas que viraram patrimônios do nosso país, como as obras do arquiteto Oscar Niemeyer, por exemplo, e até mesmo o desenho das calçadas do Rio de Janeiro. Estas imagens revelam formas caracterizadas pelo movimento orgânico, fluído, pelas suas curvas e ausência de ângulos.

O painel específico, da Figura 54, traz referências identificadas quanto às formas arredondadas, orgânicas e fluídas que se repetem no conjunto, remetendo a um conceito de movimento e modularidade, como se as partes constituintes das formas representadas em cada imagem tivessem uma relação de movimento entre si.

Para atender a uma proposta contemporânea, não somente na utilização de materiais não convencionais mas também no conceito formal das peças, partiu-se da interpretação das curvas destacadas em vermelho no painel para formar novos arranjos formais.

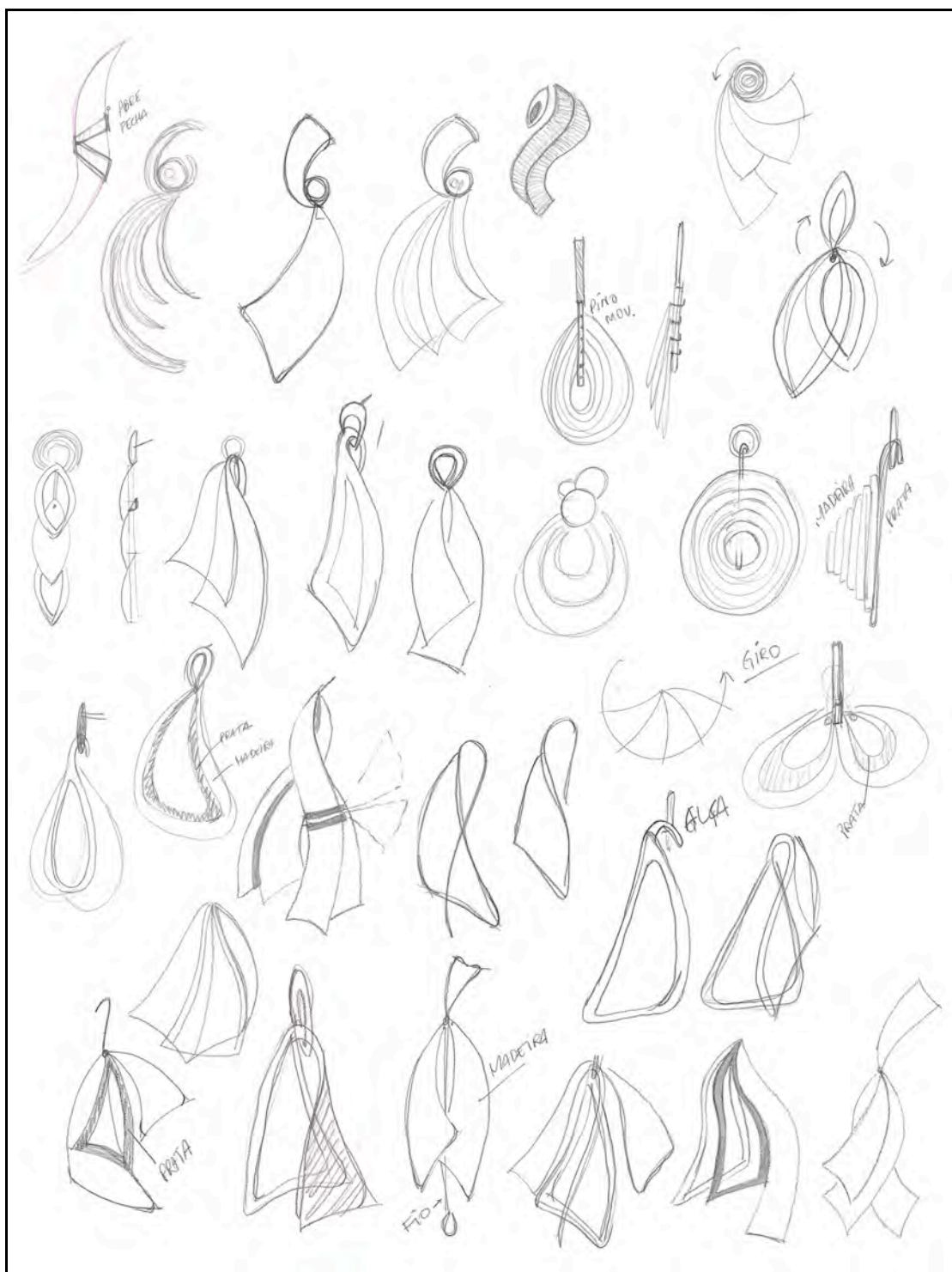
5.3.2 Geração de alternativas

Os desenhos das alternativas para as peças do projeto surgiram de aspectos formais identificados nos painéis de inspirações. Além das formas arredondadas, em curvas, que se repetem e que por vezes seguem um mesmo sentido e por vezes sentidos contrários (Figura 54), foram interpretados movimentos. Estes movimentos podem ser traduzidos tanto nas formas curvas que as peças podem adquirir como nos arranjos entre as suas partes. Estes arranjos foram estudados visando a versatilidade da joia e com isso atendendo as características do perfil das usuárias definidas para o projeto.

Objetivando uma proposta realmente contemporânea, as ideias geradas não seguem as formas óbvias das imagens de inspiração, mas sim, são uma mistura de curvas e movimentos que sugerem formas inusitadas. Afinal, sendo características do design contemporâneo a livre expressão para a experimentação, tanto formal quanto conceitual, por exemplo, os objetos contemporâneos nos desafiam à interpretação (MOURA, 2012).

A Figura 55 apresenta as primeiras ideias geradas a partir dos painéis de inspirações.

Figura 55: Desenhos iniciais



Nas ideias representadas na Figura 55, buscou-se arranjos de formas curvas que representassem e/ou permitissem movimento, tanto no conjunto estático, como na movimentação das partes em torno do conjunto. Para facilitar o processo criativo e melhor estudar o arranjo das formas, mecanismos e movimentos, foram criadas peças físicas com papelão, latão e até mesmo a madeira balsa que será utilizada, porém, cortada à mão e sem acabamento. A partir do estudo de peças físicas, observando como os materiais se comportam em um conjunto, os arranjos que podem ser feitos entre eles e a experimentação no corpo, surgiram novas ideias que levaram a definição da alternativa para o projeto, resultando em diferentes propostas para uma única peça. Ao final, observaram-se formas fluídas e orgânicas que podem ser trabalhadas visando total integração entre os materiais aplicados e a versatilidade das peça, atendendo assim os objetivos do projeto.

Na Figura 56 podemos visualizar as principais construções formais que levaram à definição da alternativa para o projeto e ideias de alternativas de uso.

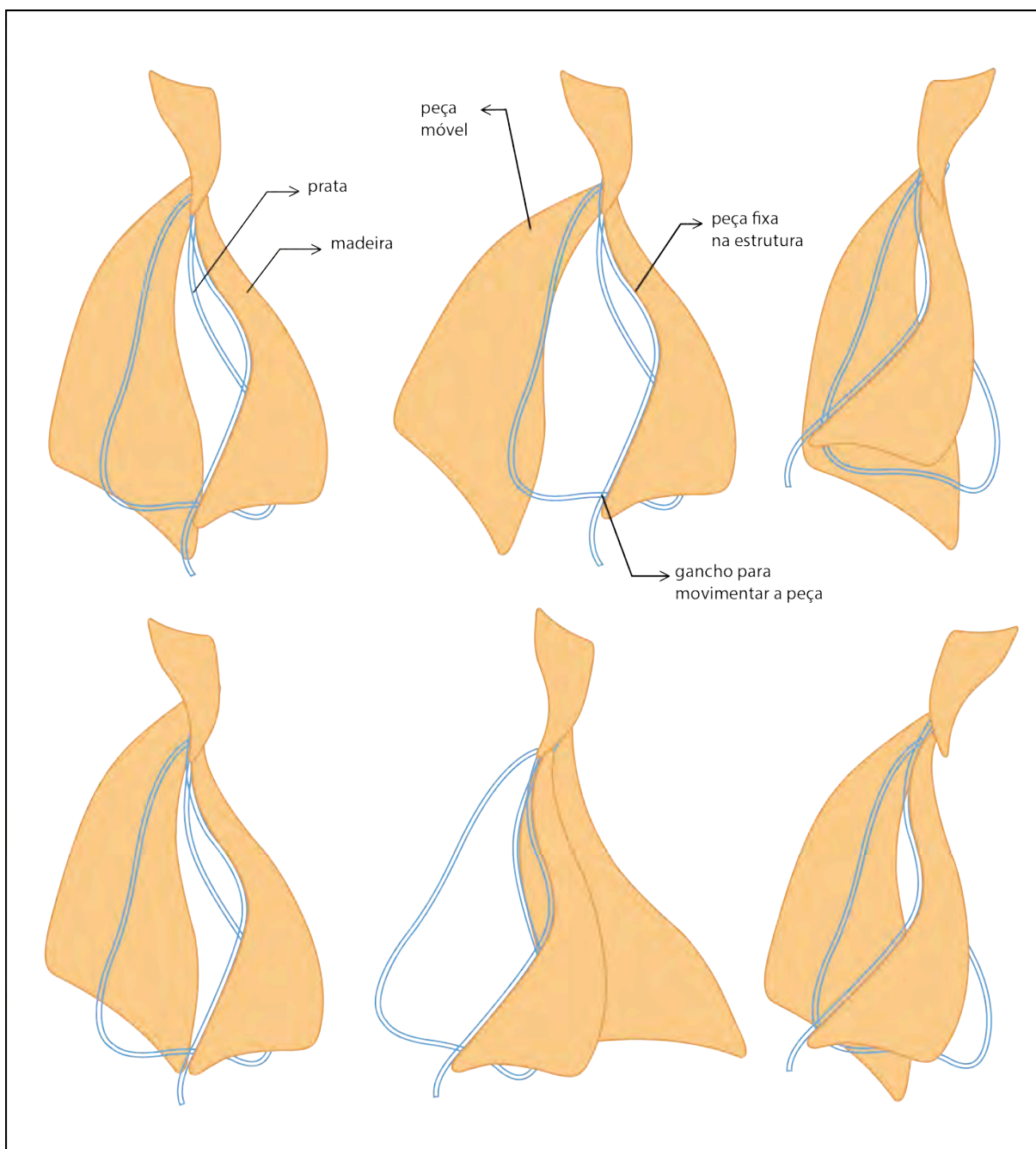
Figura 56: Estudos físicos para definição da alternativa



Fonte: O Autor (2013)

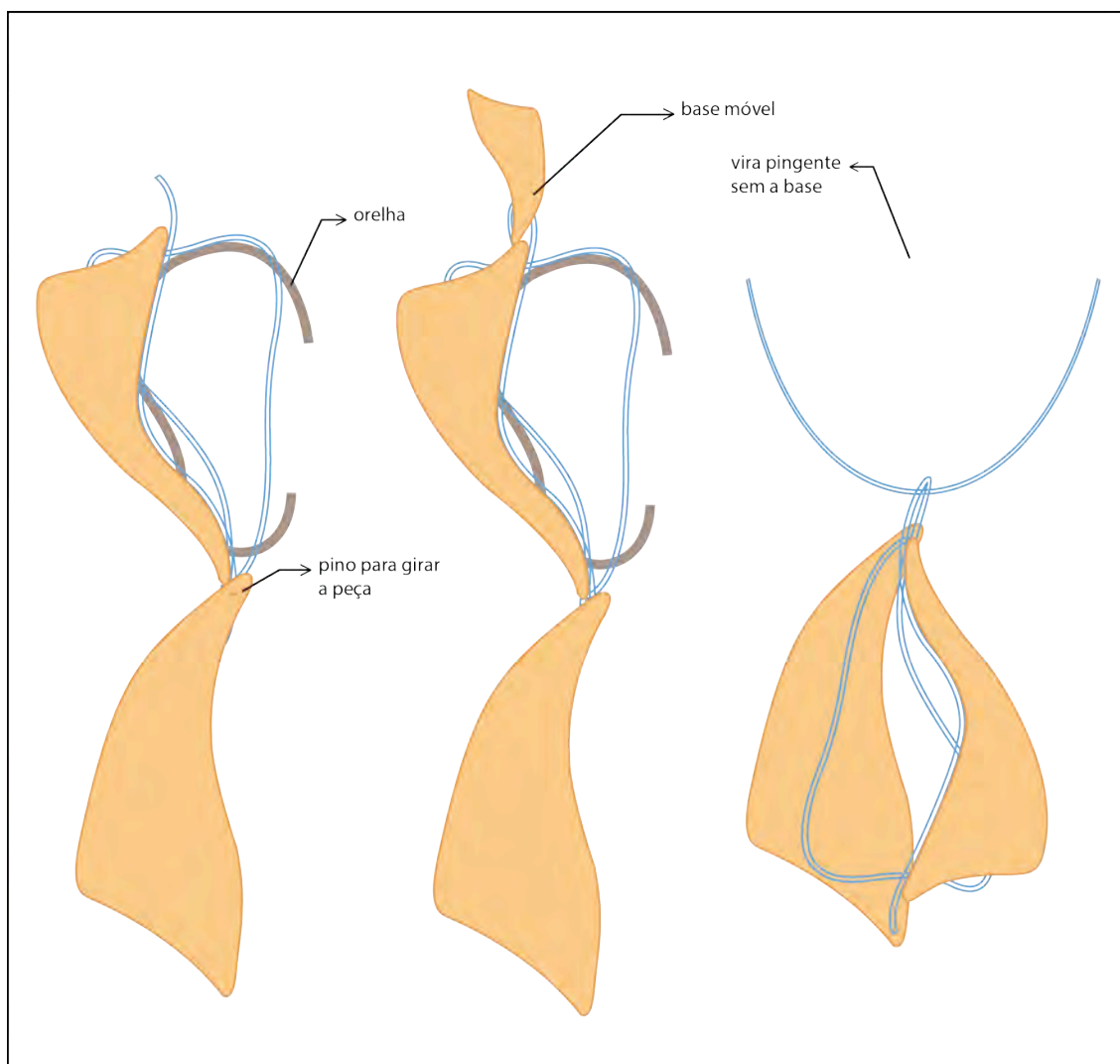
Visando um melhor estudo dos arranjos e das possibilidades de uso da alternativa definida na Figura 56, e também a seleção dos mecanismos que mais se adequam às formas, buscou-se auxílio por meio digital, do Illustrator, para vetorizar as formas obtidas nos estudos físicos (Figura 56). As Figuras 57, 58 e 59 expõem as alternativas de arranjos e usos e também os mecanismos definidos.

Figura 57: Alternativas de arranjos e usos



As alternativas de arranjos da Figura 57 sugerem a movimentação das peças em madeira constituintes do brinco, das quais pode-se observar a presença de módulos. As alternativas são compostas por estruturas de prata centrais com peças de madeira encaixadas à estas. O movimento do conjunto na imagem, dá-se pelo manuseio das peças de madeira.

Figura 58: Outras alternativas de arranjos e usos

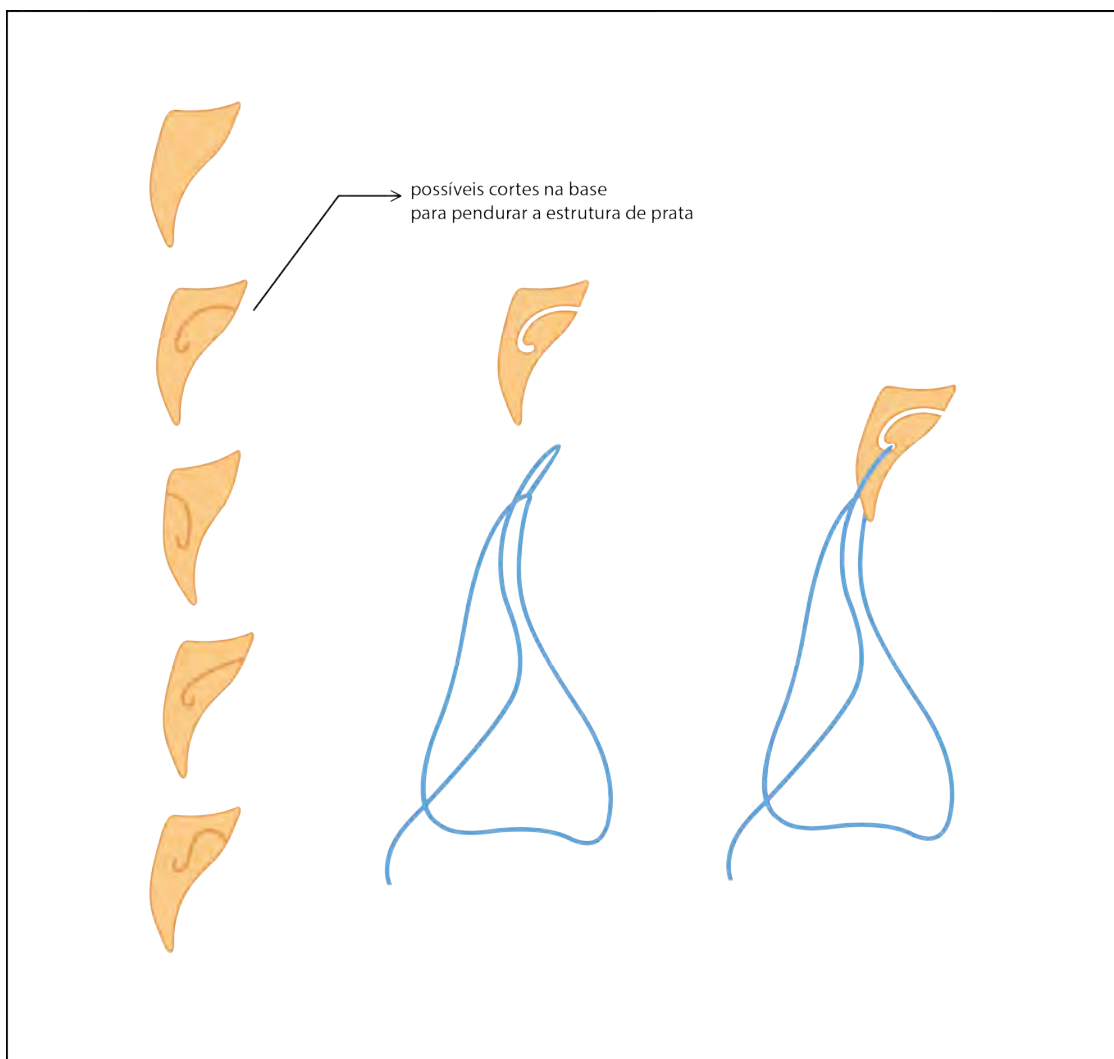


Fonte: O Autor (2013)

As alternativas da Figura 58, evidenciam a versatilidade das peças sugerindo a criação de diferentes joias contemporâneas a partir de um brinco. Uma das ideias sugere o uso do brinco como *ear cuff*, caracterizado por ser um tipo de brinco que

envolve a orelha toda. Outra alternativa, que vai além das possibilidades de uso como brinco, é a utilização de uma das partes como pingente.

Figura 58: Alternativas para a base do brinco



Fonte: O Autor (2013)

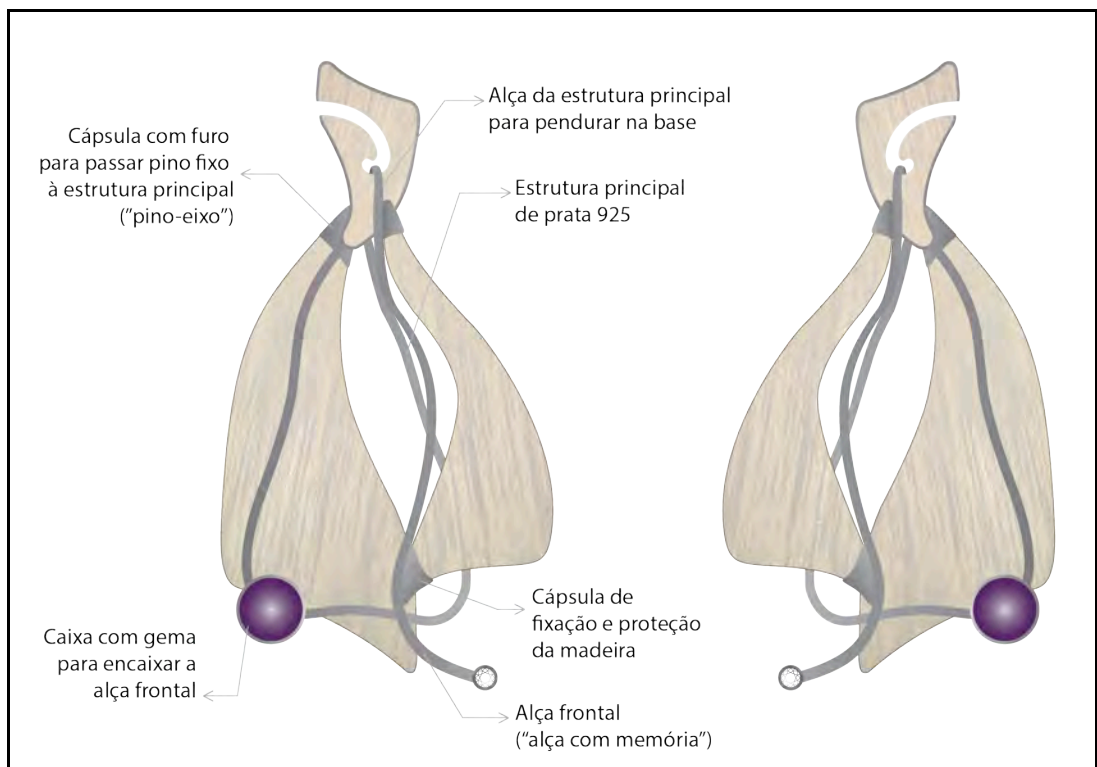
Sendo uma das peças do brinco composta por uma alça que é pendurada na base do brinco feita de madeira, foram pensadas e posteriormente testadas diferentes alternativas de corte para encaixe na base.

5.3.3 Alternativa definida

Após realizados os estudos de arranjos e usos (Figuras, 56, 57 e 58), pôde-se desenvolver melhor as ideias para solucionar as conexões entre as partes do brinco e assim possibilitar os diferentes arranjos entre as peças. As conexões definidas são do tipo “pino-eixo” e “alça com memória”, como o exemplo visto no Quadro 14b. Estas conexões foram definidas visando atingir o efeito orgânico e de movimento entre as formas, também, procurou-se desenvolver uma proposta na qual a leveza da madeira balsa ficasse em evidência e que a estrutura em prata fosse não só uma forma a mais no conjunto mas também um suporte para as peças em madeira.

A Figura 59 apresenta o desenho final do par de brincos com detalhes especificados.

Figura 59: Alternativa final



Fonte: O Autor (2013)

A alternativa definida é composta por uma estrutura principal de prata, na qual são conectadas as peças de madeira balsa. A estrutura possui uma alça pela qual a base do brinco, feita em madeira balsa, é pendurada. Além da alça para pendurar a base do brinco, existe uma alça frontal na qual são soldadas duas cápsulas de prata e nelas fixadas por pressão uma das peças da madeira. Estas cápsulas também funcionam como proteção das extremidades da peça de madeira. A alça frontal atua como uma “alça com memória” pois pode ser movimentada para as laterais a fim de mudar a forma total do conjunto ou também pode ser encaixada à caixa, soldada na estrutura principal, que contém uma ametista roxa cravada. A extremidade da alça frontal é composta por uma caixa com uma zircônia cravada que funciona como “pega” para movimentar a alça. Na extremidade posterior da estrutura principal é conectada outra peça de madeira, também com cápsula de proteção, por um furo com pino. Este pino que une as duas peças (estrutura e peça de madeira) funciona como eixo para movimentar e rotacionar a peça de madeira na estrutura de prata (sistema “pino-eixo”).

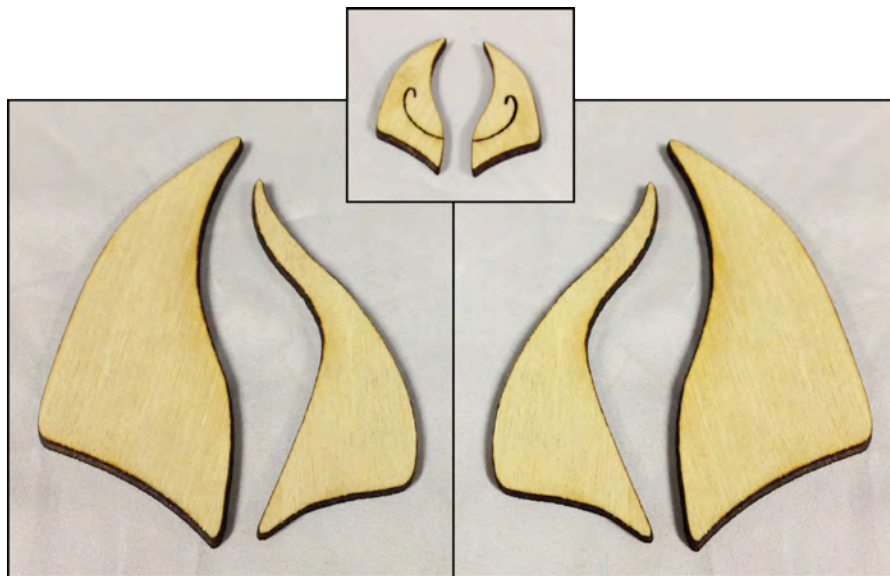
A joia contemporânea descrita traduz características do design contemporâneo tanto pela experimentação de diferentes materiais em um conjunto quanto pelo conceito formal que, através do tema de inspiração da brasilidade, nos instiga à reflexão das formas aplicadas. Através das formas escolhidas foi possível a geração de mais de uma alternativa de uso, sendo assim, através da sua versatilidade, a peça aumenta as possibilidades típicas de um brinco, sem perder valores estéticos e de conforto.

5.3.4 Execução das peças

O processo de execução do par de brincos será mostrado a seguir a fim de esclarecer o entendimento sobre as etapas desde o corte a laser das peças em madeira até a produção manual por processos artesanais de ouriversaria.

Primeiramente foram realizados os cortes a laser na madeira balsa equatoriana, originando as peças dos brincos (Figura 60).

Figura 60: Peças de madeira balsa cortadas a laser



Fonte: O Autor (2013)

Após cortadas, as peças foram lixadas com lixa 500 para madeira, o que realçou a sua textura (Figura 61), e então foi aplicado o verniz acrílico fosco, protegendo a sua superfície.

Figura 61: Textura da madeira balsa após lixada



Fonte: O Autor (2013)

Para a modelagem das estruturas de metal dos brincos, partiu-se da fundição da liga de prata 925. Para tanto, misturou-se 20 g de prata pura com 1,05 g de cobre para formar a liga 925 (que contem 92,5% de prata e 7,5% de cobre). A Figura 62 apresenta, respectivamente, as imagens dos materiais antes de fundidos e a fundição propriamente dita.

Figura 62: Fundição da liga de prata 925



Fonte: O Autor (2013)

A fundição originou um lingote da liga que foi então passado no laminador a fim de confeccionar um fio, de secção quadrada, de 1,5 mm de espessura. A partir do fio já lixado foram moldadas, com o auxílio de diferentes alicates próprios para ouriversaria, as estruturas centrais dos brincos nas quais serão conectadas as peças de madeira. Na Figura 63 pode-se visualizar os processos recém descritos.

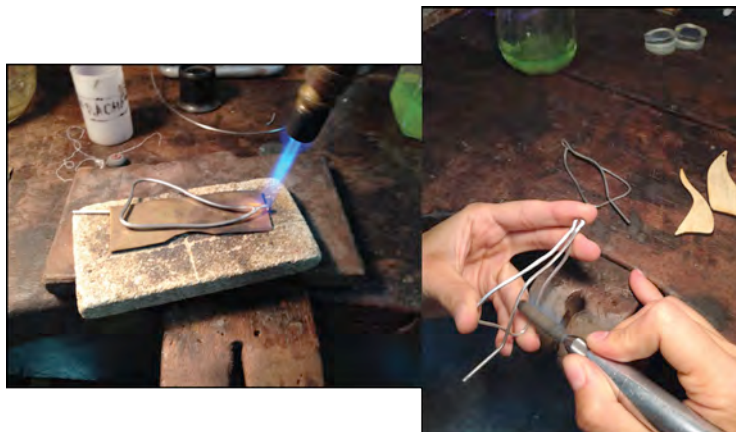
Figura 63: Lingote da liga, laminação e acabamento do fio e modelagem das estruturas dos brincos



Fonte: O Autor (2013)

Após modeladas as estruturas de prata 925, estas foram então soldadas e lixadas para a próxima etapa (Figura 64).

Figura 64: Solda e acabamento das estruturas de prata



Fonte: O Autor (2013)

Para a criação de uma chapa do metal, de espessura 0,5 mm, foi passado novamente no laminador um pedaço do fio inicial que foi separado antes de atingir a espessura de 1,5 mm. Desta chapa foram cortadas cápsulas de proteção para encaixar as extremidades das peças de madeira nas alças centrais das estruturas de prata. As cápsulas foram soldadas nestas alças frontais e as peças de madeira foram fixadas por pressão nas cápsulas (Figura 65).

Figura 65: Laminação da chapa de prata e solda das cápsulas



Fonte: O Autor (2013)

Após soldadas as cápsulas, partiu-se para a criação das caixas nas quais serão cravados os pares de ametista e zircônia, por meio de cravação inglesa¹⁴. Foram cortadas cavidades laterais nas caixas das ametistas a fim de proporcionar maior luminosidade para a gema e também funcionar como encaixe das alças frontais para alterar a aparência do conjunto. Antes das gemas serem cravadas, as caixas do par de ametistas foram soldadas às estruturas centrais de prata e as caixas do par de zircônias foram soldadas nas extremidades das alças frontais, originando “pegas” para realizar o movimento das alças. Nas Figuras 66 e 67 pode-se visualizar as etapas descritas até a cravação das gemas. As imagens demonstram o processo de confecção das caixas das ametistas, porém repetiu-se o mesmo processo para as zircônias. A Figura 68 exemplifica o mecanismo de encaixe da alça frontal na caixa com a ametista cravada.

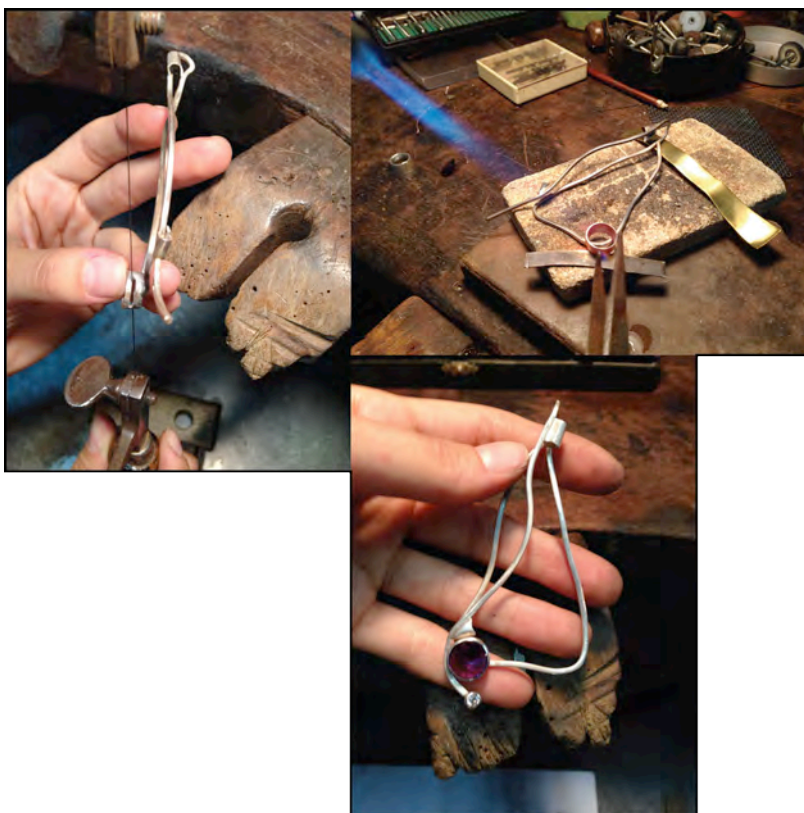
Figura 66: Confecção das caixas para cravação das ametistas



Fonte: O Autor (2013)

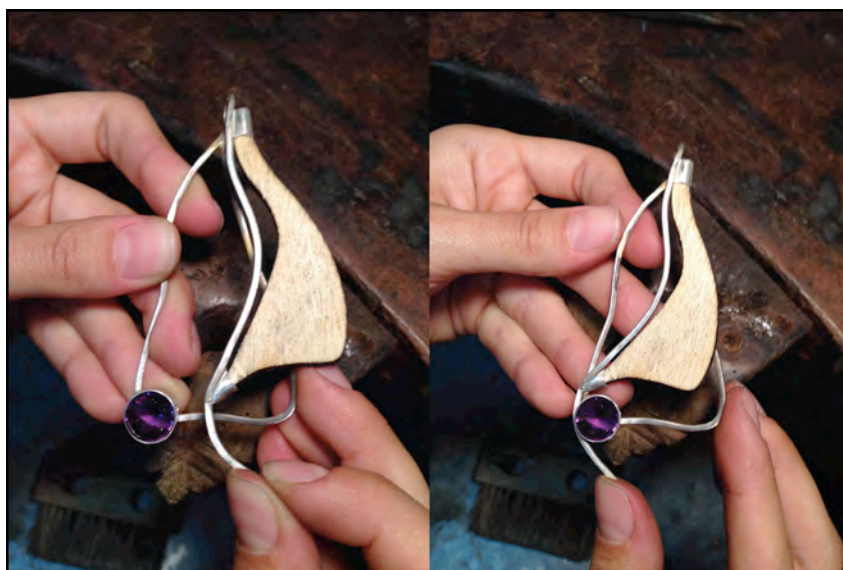
¹⁴ Técnica na qual a gema fica fixa pelo metal a sua volta sem o uso de garras (PEIXE, 2013).

Figura 67: Corte das cavidades nas caixas das ametistas, soldagem das caixas e cravação inglesa das gemas



Fonte: O Autor (2013)

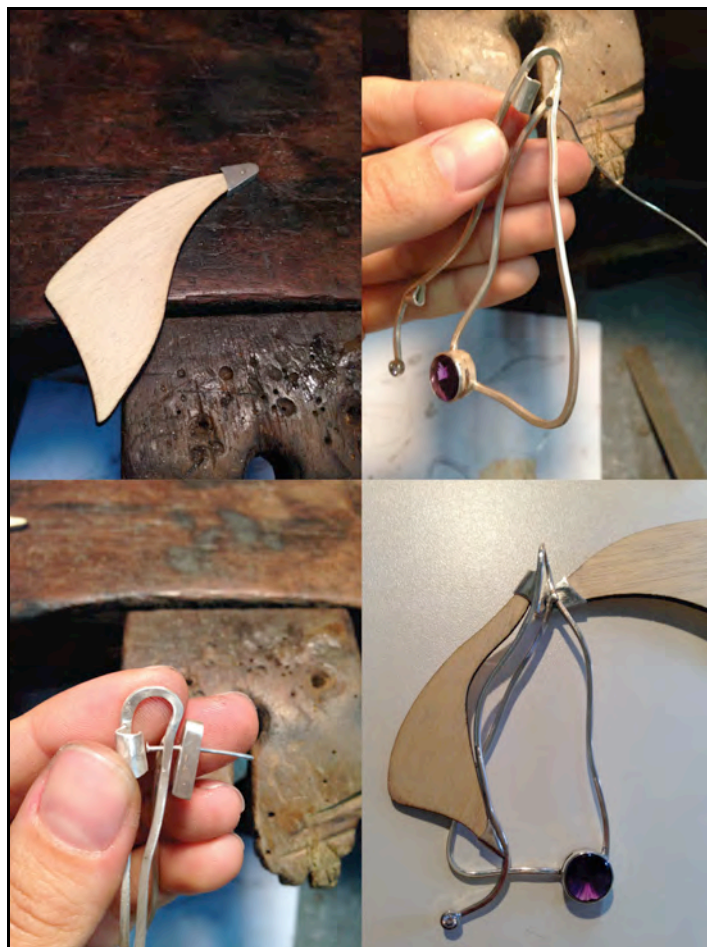
Figura 68: Encaixe da alça frontal na caixa com ametista cravada



Fonte: O Autor (2013)

As outras peças de madeira constituintes do conjunto dos brincos também foram encapsuladas nas extremidades superiores para proteção. Para conectar as peças de madeira às estruturas centrais de prata, ambas as partes foram furadas e, através dos furos passou-se um pino que funcionou como eixo para que a peças de madeira girassem em torno. Na Figura 69 pode-se visualizar os passos para a conexão das peças de madeira na parte posterior da estrutura central de prata.

Figura 69: Conexão tipo “pino-eixo” da peça de madeira na estrutura central



Fonte: O Autor (2013)

Concluídos os conjuntos das estruturas centrais de prata, foram confeccionadas caixas do metal para fixação das bases dos brincos feitas de madeira. As caixas de prata tornaram-se necessárias para proteção das bases de madeira uma vez que serão eventualmente manuseadas. A partir de chapas de

prata de 0,5 mm, as caixas foram recortadas, moldadas e soldadas no formato das peças de madeira. Foram recortados nas bases das caixas os mesmos sistemas de encaixe já existentes nas bases de madeira e o restante do metal foi vazado para excluir o excesso de peso das caixas de prata. As bases de madeira dos brincos foram fixadas às caixas com cola epóxi. A Figura 70 mostra a confecção das bases dos brincos.

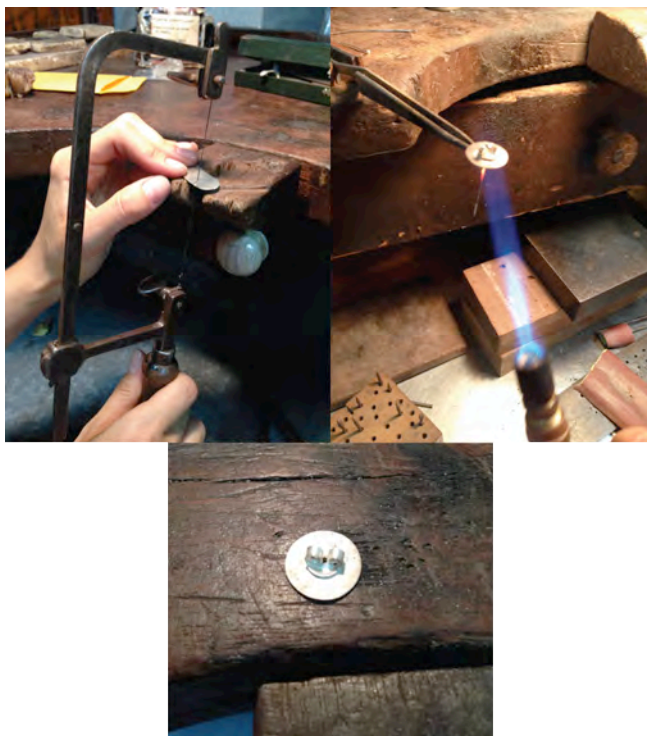
Figura 70: Confecção das bases do brincos



Fonte: O Autor (2013)

Para finalizar as peças, foram soldados pinos de 10 mm de comprimento e 0,9 mm de espessura nas caixas de prata. Também foram recortados dois círculos de 10 mm de diâmetro e 0,5 mm de espessura que foram soldados às tarraxas de prata a fim aumentar a área de contato das tarraxas com o lóbulo da orelha e, portanto, obter melhor fixação das bases dos brincos na orelha (Figura 71).

Figura 71: Confeção do pino-tarraxa



Fonte: O Autor (2013)

Por fim, os brincos foram acabados e polidos na politriz para garantir o efeito brilhoso na prata. As peças de madeira foram encaixadas após o polimento final das peças de prata. A Figura 72 apresenta as últimas etapas do processo de produção da joia contemporânea do projeto.

Figura 72: Acabamento e peças do conjunto antes dos encaixes finais



Fonte: O Autor (2013)

5.3.5 Apresentação final e validação dos resultados

A joia produzida possui uma linguagem contemporânea tanto pela sua forma, realçada pelas linhas curvas e orgânicas que nos instigam à reflexão, quanto pela experimentação de diferentes materiais. Também, é condizente com o tema de inspiração publicado pelo Caderno Preview de Design de Joias e Bijuterias 2014, divulgado pelo IBGM, uma vez que os atributos formais que caracterizam a brasilidade, sendo estes as formas arredondadas e com movimento, são aplicados de maneira harmônica e funcional entre as peças do conjunto.

A versatilidade da joia é vista nas suas diferentes alternativas de uso através de arranjos criativos e fáceis de serem manipulados pela usuária. A leveza da joia, por sua vez, é alcançada pela utilização da madeira balsa nas peças grandes da joia de modo que, na opção de uso representada nas Figuras 73 a 76, o brinco possui peso total de 8g, peso máximo para brincos grandes sugerido por joalheiros consultados. Também, as outras possibilidades de uso sugeridas nas Figuras 77 a 81, evidenciam soluções mais leves, todas abaixo de 8g.

As Figuras 73 a 81 mostram as principais possibilidades de uso da joia contemporânea produzida sendo utilizada pela modelo, evidenciando alternativas leves e versáteis.

Figura 73: Primeira sugestão de uso da joia contemporânea



Fonte: O Autor (2013)

Figura 74: Ampliação da primeira sugestão de uso da joia contemporânea



Fonte: O Autor (2013)

Figura 75: Segunda sugestão de uso da joia contemporânea



Fonte: O Autor (2013)

Figura 76: Ampliação da segunda sugestão de uso da joia contemporânea



Figura 77: Terceira sugestão de uso da joia contemporânea



Fonte: O Autor (2013)

Figura 78: Ampliação da terceira sugestão de uso da joia contemporânea



Fonte: O Autor (2013)

Figura 79: Quarta sugestão de uso da joia contemporânea



Fonte: O Autor (2013)

Figura 80: Quinta sugestão de uso da joia contemporânea



Fonte: O Autor (2013)

Figura 81: Sexta sugestão de uso da joia contemporânea

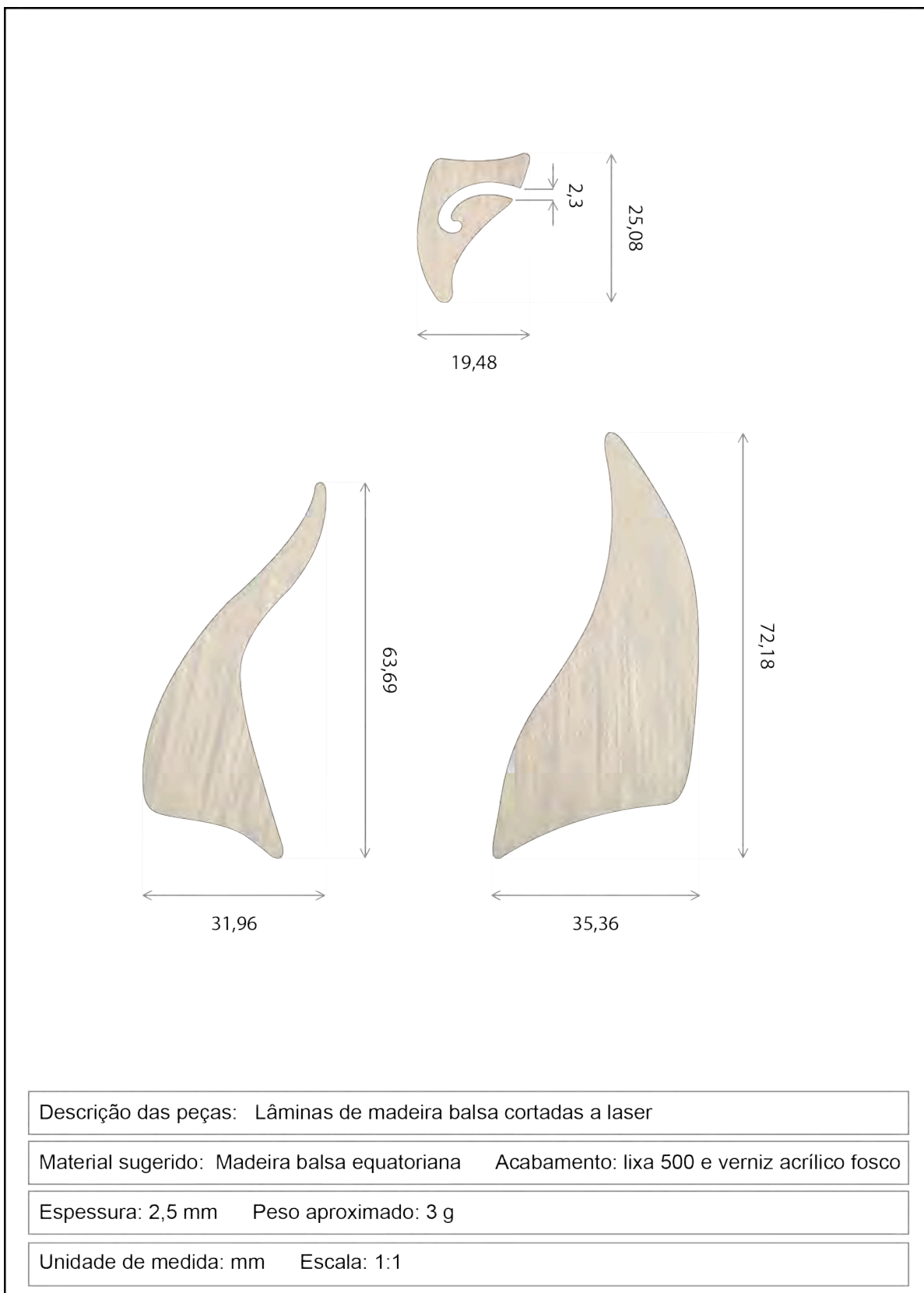


Fonte: O Autor (2013)

5.3.6 Especificações

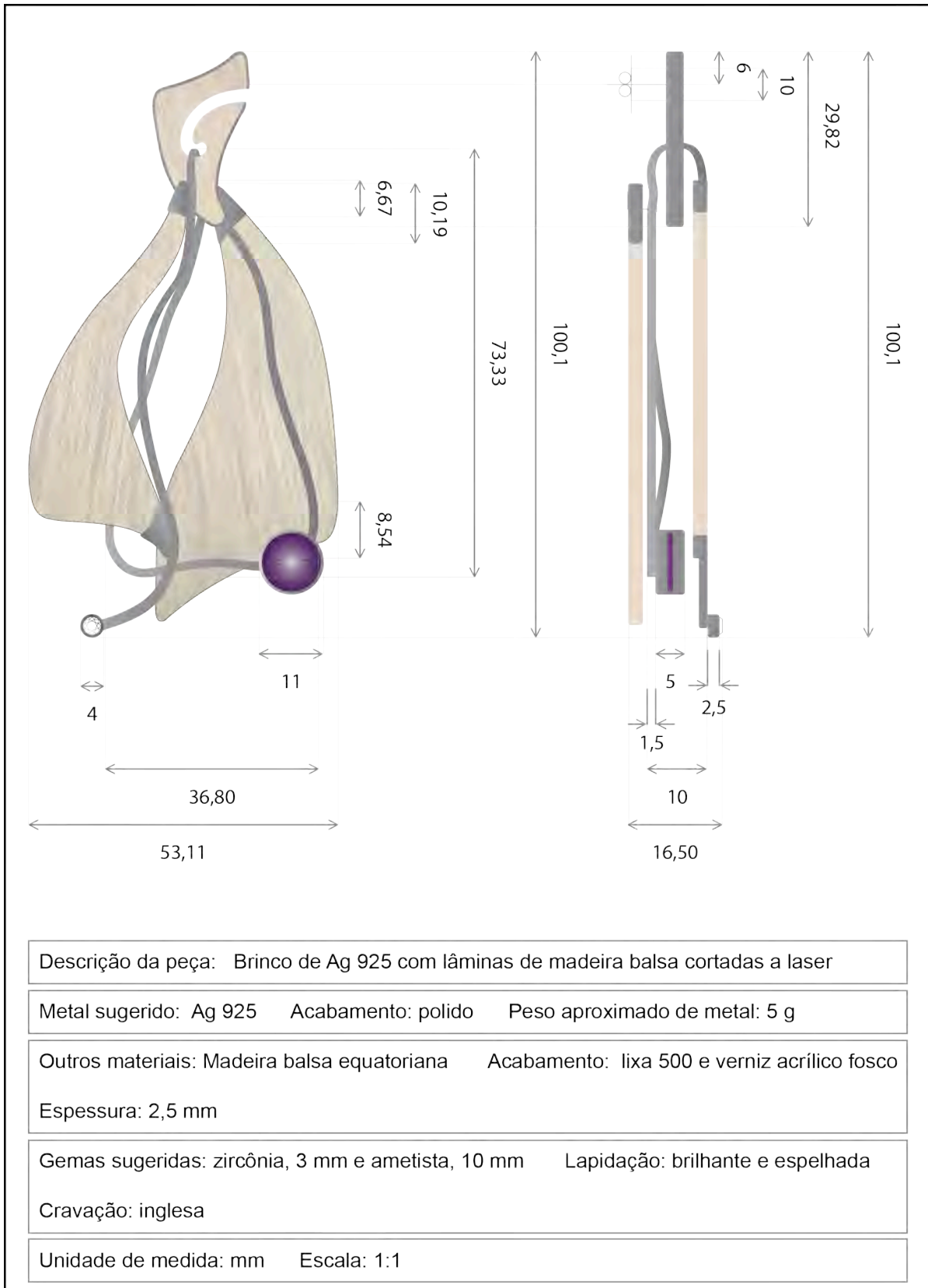
As Figuras 82 e 83 se referem às fichas técnicas das peças da joia contemporânea contendo as principais informações quanto às dimensões e materiais. Na Figura 82 são mostradas as medidas das peças de madeira balsa que foram cortadas à laser para o par de brincos e na Figura 83 podemos visualizar as dimensões e os materiais do conjunto final.

Figura 82: Fixa técnica das peças de madeira cortadas a laser



Fonte: O Autor (2013)

Figura 83: Fixa técnica da joia contemporânea



Fonte: O Autor (2013)

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos objetivos deste projeto, pode-se dizer que os mesmos foram alcançados, pois se chegou ao design de joias contemporâneas com a aplicação harmoniosa de diferentes materiais (convencionais e não convencionais) e soluções leves e versáteis de uso que transformam uma joia em outras diferentes conforme a maneira de uso escolhida pela usuária. A adaptação e a readaptação das peças conferem alternativas para atender ao conforto diário do público alvo, possibilitando soluções mais leves, mais vistosas ou mais discretas.

O conceito de versatilidade vem a agregar valor no design de joias tendo em vista os diferentes desejos e necessidades do consumidor contemporâneo. Este segmento de joias possui grande perspectiva de crescimento como ferramenta para diferenciação e inovação, essenciais para o sucesso no mercado competitivo.

Por possibilitar mais de uma alternativa de uso, a joia contemporânea produzida é caracterizada pela sua versatilidade, atendendo desta maneira as necessidades do público alvo definido, que prima por peças inseridas nas tendências da moda e que lhes possibilitem diferentes trocas para as variadas ocasiões do dia-a-dia. Ao final, obteve-se mais de uma joia contemporânea em apenas um par de brincos.

Observando-se as diferentes maneiras de uso das peças no corpo feminino, vale dizer que o resultado final é condizente às definições do estilo de vida do público alvo para o qual a joia contemporânea foi desenvolvida. Também, é possível perceber a harmonia entre as curvas das peças e as curvas do corpo, tanto esteticamente como ergonomicamente.

No decorrer da pesquisa de referencial teórico foi fundamental a compreensão do conceito de joia contemporânea para prever o estilo formal e conceitual a ser desenvolvido. De fato, a manifestação da joalheria contemporânea se insere na atualidade brasileira de design de joias tendo em vista a diversidade de materiais encontrados no país que podem ser explorados e aplicados na joalheria a fim de agregar valor às peças. Ainda, as mudanças estéticas e simbólicas da

sociedade atual, além do panorama econômico ao qual estamos inseridos, vêm a contribuir para a experimentação e desenvolvimento de joias diversificadas que promovam a identidade brasileira ganhando assim espaço diferenciado no mercado competitivo.

O entendimento sobre os materiais utilizados na pesquisa foi fundamental para o estudo a respeito das formas das peças. Se sabia que era necessário compreender as limitações dos materiais a fim de conseguir aplicar os processos de produção e as formas desejadas segundo o referencial temático e com isso expressar os conceitos de design de joias contemporâneas, leveza e versatilidade.

Quanto a utilização da madeira balsa no projeto, deve-se ressaltar que o resultado obtido com a sua aplicação atende aos objetivos do projeto pois foram criadas formas grandes que conferiram leveza ao conjunto, sem perder valores estéticos identificados pelo público alvo, diferenciando-se então de acessórios comuns encontrados no mercado.

Quanto a utilização da prata no projeto, pode-se dizer que gerou um resultado satisfatório esteticamente em função do contraste do seu brilho com a madeira balsa, além de ser um material facilmente trabalhado à mão. Quanto as gemas utilizadas, além de complementarem o projeto esteticamente também obtiveram finalidades funcionais no conjunto.

Uma vez que os processos tecnológicos como o laser têm evoluído progressivamente no âmbito de produção de produtos, pode-se dizer que a aplicação de diferentes tecnologias vem a agregar valor ao mercado joalheiro, adequando-se ou até mesmo substituindo os métodos convencionais utilizados até então, no que diz respeito a utilização de diferentes materiais e criação de formas inusitadas.

6 REFERÊNCIAS

ABQTIC – Associação Brasileira de Químicos e Técnicos da Indústria do Couro. Disponível em: <<http://www.abqtic.com.br/site/content/revistadocouro/>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

ASHTON, Elisa Guerra. **A ouriversaria e os riscos da atividade: análise microergonômica do trabalho do ourives**. Revista Conhecimento Online, v. 1, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.feevale.br/site/files/documentos/pdf/58662.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2013.

BAGNATO, Vanderlei Salvador. **Laser: e suas aplicações em Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

BARP, Denise Rippel Araújo. **Design e materiais: contribuição ao estudo do processo de corte de ágata por jato d'água em formas complexas**. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS, Porto Alegre-RS, 2009.

BENZ, Ida Elisabeth. **Inovação no processo de design de joias através da modelagem 3D e da prototipagem rápida**. Dissertação de mestrado em design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2009.

BENZ, Ida Elisabeth; FREITAS, Cláudio de. **Interação entre design de joias e novas tecnologias**. 9º Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://blogs.anhembis.br/congressodesign/anais/interac%CC%A7a%CC%83o-entre-design-de-joias-e-novas-tecnologias/>>. Acesso em: 8 jun. 2013.

BETTINA TEREPIINS. Disponível em: <<http://www.bettinaterepins.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

CALLISTER, JR, W. D. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: uma abordagem integrada**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

CAMPOS, Ana Paula de. **A joalheria contemporânea e as fronteiras da arte e do design**, São Paulo, 2011.

CAMPOS, Ana Paula de. **Pensando a joalheria contemporânea com Deleuze e Guattari**, São Paulo, v. 2, n. 2, 2011.

CIBJO – *The World Jewellery Confederation*. Disponível em: <<http://www.cibjo.org/>>. Acesso em: 13 mai. 2013.

CIDADE, Mariana Kuhl. **Caracterização e padronização do processo de gravação a laser em ágata aplicado ao design de joias**. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS, Porto Alegre-RS, 2012.

COLPAERT, Hubertus. **Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

CORBETTA, Gloria. **Joalheria de Arte**. Porto Alegre: AGE, 2007.

CORNEJO, Carlos. **Minerais e pedras preciosas do Brasil**. São Paulo: Solaris Edições Culturais, 2010.

CLARKE, Cathrine. **A joalheria artística**. Disponível em: <<http://www.joiabr.com.br/artigos/katec.html>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

CLARKE, Cathrine. **A arte da joalheria contemporânea**. Disponível em: <<http://www.joiabr.com.br/artigos/acont.html>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

DEDAVID, Berenice Anina. **Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

DESIGN TUN. Disponível em: <<https://www.designtun.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

Dicionário Aurélio de Língua Portuguesa. Disponível em: <<http://www.dicionariodoaurelio.com>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

DURATTA. Disponível em: <<http://www.duratta.com.br/produtos/flexibilidade/clip>>. Acesso em: 20 set. 2013.

EMIC. Disponível em:
<http://www.emic.com.br/artigos.php?id_artigo=124&categoria=tecnicos&lang=16>.
Acesso em: 20 out. 2013.

FAGGIANI, Kátia. **O mercado joalheiro no Brasil**. Disponível em: <
http://www.portaldasjoias.com.br/Abril_05/Marketing_Vendas/Marketing_Vendas.htm
>. Acesso em: 10 abr. 2013.

FAGGIANI, Kátia. **O Poder do Design: da ostentação à emoção**. Brasília:
Thesaurus, 2006.

FORCIONI, Marlene. Disponível em: <<http://www.marleneforcioni.com.br>>. Acesso
em: 10 nov. 2013.

GOLA, Eliana. **A Joia: História e Design**. São Paulo: Senac, 2008.

GOLDSTEIN, Hélio. Microscopia ótica. Disponível em:
<[http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1_multipart_xF8FF_6_Microscopia_otica.p](http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1_multipart_xF8FF_6_Microscopia_otica.pdf)
[df](http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1_multipart_xF8FF_6_Microscopia_otica.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2013.

GUTTERRES, Mariliz. **A ciência rumo à tecnologia do couro**. Porto Alegre:
Tríplice Assessoria, 2008.

GREGORI, Marcia. Disponível em: <<http://www.marciagregori.blogspot.com.br/>>.
Acesso em: 9 jun. 2013.

HECHT, Jeff; TERESI, Dick. **Laser: Light of a Million Uses**. New York: Ticknor &
Fields, 1982.

HOINACKI, Eugênio. **Peles e couros; origens, defeitos, industrialização**. Porto
Alegre: SENAI, 1989.

House of Image. **Multifunctional Modular Furniture: Chair, Table and Bookcase**.
Disponível em: <[http://houseofimage.com/multifunctional-modular-furniture-chair-](http://houseofimage.com/multifunctional-modular-furniture-chair-table-and-bookcase/)
[table-and-bookcase/](http://houseofimage.com/multifunctional-modular-furniture-chair-table-and-bookcase/)>. Acesso em: 5 jun. 2013.

IBGM – Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos. Disponível em: <http://www.ibgm.com.br/biblioteca_categorias.php>. Acesso em: 14 abr. 2013.

IBGM. **Prêmio IBGM de Design, 2012**. Disponível em: <http://www.ibgm.com.br/site/design_galeria.php?id_ctg=Joias%20com%20Lapida%E7%E3o%20Diferenciada&ano=2012>. Acesso em: 9 abr. 2013.

INFO JOIA. **Tipos de acabamentos mais utilizados na joalheria**. Disponível em: <http://www.infojoia.com.br/news_portal/noticia_11429>. Acesso em: 29 jun. 2013.

INFO JOIA. **Brasilidade**. Disponível em: <<http://novo.infojoia.com.br/noticias/interna/13694/brasilidade#sthash.bCH2TUkb.dpuf>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

IORIO, Sergio. **Joias de ouro 10k: tendência para 2013**. Boletim Trimestral de Informação da cadeia de gemas, joias e afins – IBGM, ano XIX, n. 13, p. 12, out./nov./dez. 2012. Disponível em: <http://www.ibgm.com.br/admin/_upload/biblioteca/documento/858-ibgm_Inf73.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=45>>. Acesso em: 28 jun. 2013.

JACOB ALBEE. Disponível em: <<http://www.jacobalbee.com/rubber.php>>. Acesso em: 28 jun. 2013.

KLIAUGA, Andréa Madeira; FERRANTE, Maurizio. **Metalurgia básica para ourives e designers: do metal à joia**. São Paulo: Blücher, 2009.

LESKO, Jim. **Design Industrial: materiais e processos de fabricação**. São Paulo: Blücher, 2004.

LILLOAH. Disponível em: <<http://www.lilloah.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

LIMA, Marco Antonio Magalhães. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2006.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MAE - Museu de arqueologia e etnologia. Universidade de São Paulo - USP.
Disponível em: <<http://www.mae.usp.br/acervo/etnologia-brasileira/#>>. Acesso em:
10 abr. 2013.

MAGTAZ, Mariana. **Joalheria Brasileira**. São Paulo: IBGM, 2008.

MARCIA GREGORI. Disponível em: <<http://www.marciagregori.blogspot.com.br/>>.
Acesso em: 20 abr. 2013.

MARIA JOSÉ CAVALCANTI. Disponível em: <<http://www.mariajosecavalcanti.com/>>.
Acesso em: 9 abr. 2013.

MatWeb – *Material Property Data*. Disponível em:
<<http://www.matweb.com/search/MaterialGroupSearch.aspx>>. Acesso em: 28 jun.
2013.

More, multiform ideas. Disponível em: <
<http://www.caporasodesign.it/eng/More.html>>. Acesso em: 5 jun 2013.

Museu Calouste Gulbenkian. Lisboa. Disponível em:
<<http://www.museu.gulbenkian.pt/obra.asp?num=1216&nuc=a11&lang=pt>>. Acesso
em: 10 abr. 2013.

Painel Florestal. **Pau de balsa, a madeira do dinheiro**. Disponível em:
<<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=58432>>. Acesso em: 9
jun. 2013.

PEDROSA, Julieta. **A história da joalheria**. Disponível em:
<<http://www.joiabr.com.br/artigos/hist.html>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

POMPEI, Márcia. **Os metais da joia**. Disponível em: <
<http://novo.infojoia.com.br/colunas/interna/10>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

PHILIPS. Disponível em:
<<http://www.philips.com.br/search/search?type=search&searchtext=walita&n=&q=processador&language=pt&country=br&sid=header>>. Acesso em: 10 set. 2013.

QUADROS, Raquel. **Moda e luxo: O mundo fascinante do design de joias.** Disponível em: <<http://rachelquadrosfashionway.blogspot.com.br/2009/04/o-mundo-fascinante-do-design-de-joias.html>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

RASEIRA, Cristine Bassols. **Design e Tecnologia aplicados a Resíduos de Madeira: Especificações para o Processo de Corte a Laser em Marchetaria.** Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS, Porto Alegre-RS, 2013.

ROUSSEL, Anthony. Disponível em: <<http://www.anthonyrussel.com/>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

ROSSI, Wagner. **Estudo de aplicações e testes de durabilidade de microcápsulas em tecidos.** Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS, Porto Alegre-RS, 2012.

SANTANA, Ruth. **Análise instrumental aplicada a polímeros.** Disponível em: <http://chasqueweb.ufrgs.br/~ruth.santana/analise_instrumental/index.html>. Acesso em: 9 jun. 2013.

SCALICE, Régis Kovacs; JOVITA, Evelyse Milena; PINTO, Camila Presendo; SILVA, José Oliveira da. **Estudo da viabilidade de combinação de ferramentas para modularização de produtos.** Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, SC, 2013.

SCHUMANN, Walter. **Gemas do mundo.** São Paulo: Disal, 2006.

SILVIA FURMANOVICH. Disponível em: <<http://www.silviafurmanovich.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

SIQUEIRA, Maria Aparecida Campos; FREITAS, Claudio de. **A inovação como estratégia no design de joias.** 9º Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://blogs.anhembibi.br/congressodesign/anais/a-inovacao-como-estrategia-no-design-de-joias/>>. Acesso em: 8 jun. 2013.

STRALIOTTO, Luiz Marcelo. **Ciclos: estudo de casos de ecodesign de joias.** Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS, Porto Alegre-RS, 2009.

SYRRIS. Disponível em: <http://www.syrris.com.br/aplicacoes>. Acesso em: 9 ago. 2013.

TIFFANY & CO. Disponível em:

http://international.tiffany.com/Shopping/Item.aspx?fromGrid=1&sku=GRP06743&mcid=148204&cid=288158&search_params=s+5-p+1-c+288158-r+0+301287466-x+n+6-ri+ni+0-t+. Acesso em: 9 abr. 2013.

TOMAZ, Wisley. **Seder lança diretrizes técnicas sobre o cultivo do Pau de Balsa**. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/editorias/agricultura/seder-lanca-diretrizes-tecnicas-sobre-o-cultivo-do-pau-de-balsa/36729>. Acesso em: 9 jun. 2013.

VIVARA. Disponível em: http://www.vivara.com.br/BR00042927_BRINCO-OURO-84-PT-BRI/p. Acesso em: 9 jun. 2013.

WAGNER, Renato. **Joia Contemporânea Brasileira**. São Paulo: R. Wagner, 1980.