

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

LUCIANA HIKARI KUAMOTO

Utilização de Ágata do Rio Grande do Sul como Matéria Prima para Luminária

Porto Alegre

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

LUCIANA HIKARI KUAMOTO

Utilização de Ágata do Rio Grande do Sul como Matéria Prima para Luminária

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

Orientadora:

Prof.^a Dra. Lauren da Cunha Duarte

Porto Alegre

2014

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão do Curso em Design tem como objetivo o desenvolvimento de luminária a partir da utilização de ágata provenientes do município de Soledade (Rio Grande do Sul). Existe um grande potencial de desenvolvimento de produtos com inovação através do binômio Design e Tecnologia. O Centro Tecnológico de Soledade possui diversos equipamentos com novas tecnologias que permitem esta inovação. A pesquisa elaborada nesta monografia é constituída pela fundamentação teórica sobre a ágata, processos de beneficiamento de materiais, os equipamentos existentes em Soledade para o beneficiamento da ágata, artefatos produzidos dentro do município de Soledade e referências sobre a utilização de materiais como mármore e granito para projeto de iluminação.

Serão consagradas as definições preliminares após análise dos dados coletados a partir da pesquisa, levando ao processo criativo (geração de alternativas e seleção de alternativa final) e ao processo técnico (definições finais de dimensões, desenho técnico), que serão desenvolvidos para a finalização de um novo artefato.

Palavras-chave: ágata, design, luminária, Soledade, tecnologia.

ABSTRACT

This Course Graduation Project aims to develop luminaires using as main material agates from the municipality of Soledade (state of Rio Grande do Sul). There is a great potential for development of products with innovation through both Design and technology. The Technological Centre of Soledad has several equipment with new technologies that allow this pursued innovation. The research compiled in this monograph is the theoretical foundation of agate, material-processing, existing equipment in Soledad for agate processing, artifacts produced within the municipality of Soledade and references about the use of materials such as marble and granite for lighting design. In the second part of the project (CGP II), it will be consecrated preliminary definitions after the analysis of data collected from the survey. This analysis will lead to creative process (generation of alternatives and selection of the final alternative) and the technical process (final definitions of dimensions, technical drawing), which will be developed for the submission of a new artifact.

Keywords: agate, design, lighting, Soledade, technology.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	ANÁLISE DO PROBLEMA.....	8
2.1.	Conhecimento do problema	8
2.1.1	artefatos de Soledade	10
2.1.2	catálogo de Artefatos RS 2013.....	11
2.2.	Trabalho de campo	14
2.3.	Definição do problema.....	15
3.	OBJETIVOS.....	15
3.1	Objetivo Geral	15
3.1.1.	objetivos específicos	15
4.	METODOLOGIA APLICADA AO PROJETO.....	16
4.1.	Coleta de informações	18
4.1.1.	análise da necessidade	18
4.1.2	análise da relação social	21
4.1.3.	análise da relação com o meio ambiente	21
4.1.4.	análise do desenvolvimento histórico	31
4.1.5.	análise de mercado	35
4.1.6.	análise da função	42
4.1.7.	análise de materiais	45
4.1.7.1.	<i>ágata</i>	45
4.1.7.2.	<i>metais</i>	46
4.1.8.	processos de fabricação.....	47
4.2.	Painel de produtos	60

4.2.1. painel para visualização do conceito luxo.....	61
4.2.2. painel para inspiração do produto.....	62
5. GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	62
6. AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	63
6.1. Processo de seleção e avaliação	63
7. REALIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	65
7.1. Especificações	66
7.1.1 modelagem 3D.....	68
7.2. Prototipagem	68
7.2.1. manufatura do módulo em prata	68
7.2.2. processo de fundição por cera perdida	72
7.2.3. corte das chapas de ágata.....	75
7.2.4. estrutura da cúpula.....	78
7.2.5. base da luminária.....	78
7.2.6. detalhe da ágata nas peças em latão.....	79
7.2.7. ambientação da luminária	83
7.2.8. custo total da prototipagem	85
8. Considerações finais	86
9. REFERÊNCIAS.....	87

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul é considerado um dos maiores produtores de ágata e ametista (JUCHEM et al., 2010). Esta província gemológica responde por 20% das exportações de minerais e joias do país, montante de U\$ 47 milhões por ano (IBGM,2005). O Rio Grande do Sul também é conhecido como um dos mais importantes centros de comércio de gemas e materiais gemológicos. São mais de 180 indústrias de beneficiamento, comércio e exportação de artefatos no município de Soledade/RS. (DUARTE *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010). Existe uma grande valorização de materiais gemológicos do Rio Grande do Sul pelo comércio externo, porém no mercado interno as indústrias do Estado fazem uso desse material de modo ainda muito discreto, referente ao desenvolvimento de produtos com potencial inovador e diferenciado (CIDADE *et al.*, 2012).

A cidade de Idar-Oberstein, na Alemanha, é conhecida pelo beneficiamento de alto nível de ágata, e produz peças de alta qualidade e acabamento como esculturas e peças glípticas. Toda a ágata utilizada lá é proveniente do Rio Grande do Sul (SCHUMANN, 2006), pois as jazidas locais foram exauridas. O Arranjo Produtivo Local de Pedras, Gemas e Joias (APL) se encontra em Soledade, situada na região do Alto da Serra do Botucaraí. A APL representa cerca de 180 empresas de diferentes portes instaladas no município que atua no setor de Gemas e Joias. A cidade de Soledade (RS), conhecida como “Capital das Pedras Preciosas”, conta com o Centro Tecnológico de Pedras, Gemas e Joias do Rio Grande do Sul (CTPEDRAS). Neste centro tecnológico são desenvolvidos diversos estudos e projetos utilizando tecnologias para um melhor aproveitamento do material gemológico existente na região. O material gemológico de maior volume de beneficiamento é a ágata.

A cidade de Soledade é conhecida como pólo estadual, pois atua na industrialização, comercialização e exportação de pedras preciosas. Mais de 70% das empresas de Soledade estão associadas ao Sindicados das Indústrias de Joalheria, Mineração, Lapidação, Beneficiamento e Transformação de Pedras Preciosas do Rio Grande do Sul (SINDIPEDRAS). Existe também a Associação dos Pequenos Pedristas de Soledade (APPESOL), que é constituída por empresas que realizam trabalhos terceirizados para grandes empresas referentes ao beneficiamento da ágata

(serragem, tingimento e polimento). O município de Soledade também se destaca pela organização de uma das maiores feiras de pedras preciosas da América Latina, que faz parte de um evento denominado EXPOSOL (IPAR, 2011).

2. ANÁLISE DO PROBLEMA

2.1. Conhecimento do problema

O ponto de partida de um projeto industrial consiste na descoberta de um problema e na motivação para o processo de design. A primeira tarefa do designer é a descoberta de problemas que possam ser solucionados com a metodologia do design industrial. A missão do designer consiste em propor uma solução em forma de produto, para um determinado problema. LOBACH (2001).

A partir da visita do dia 26 de outubro de 2012 e 25 de abril de 2014, notou-se a grande quantidade de placas de ágata cortadas e vendidas fatiadas na cidade Soledade. Estas placas são utilizadas em alguns artefatos encontrados na cidade, porém a falta de projetos de design fazem com que estes artefatos não valorizem o potencial que este material gemológico possui. São artefatos vendidos a preços baixos pois não fazem uso de tecnologias e outros materiais que acrescentem valor à ágata.

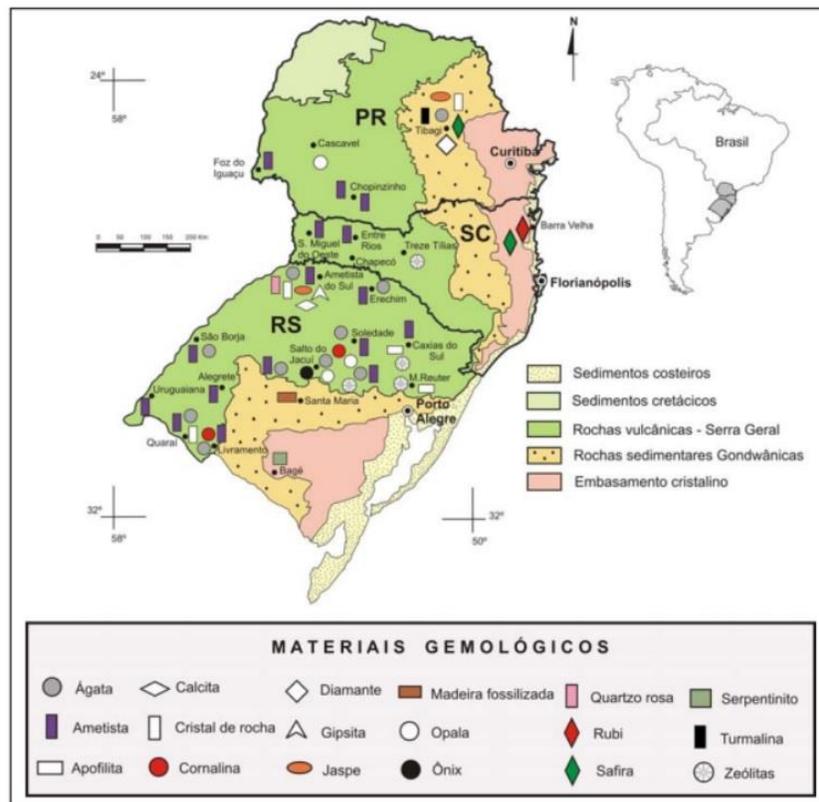
Nesta cidade, estão instaladas a agência de aperfeiçoamento profissional do SENAI-RS, uma das sedes do SEBRAI-RS, o SINDIPEDRAS (Sindicato das Indústrias de Joalherias, Mineração, Lapidação, Beneficiamento, Transformação de Pedras Preciosas do Rio Grande do Sul) e um campus da Universidade de Passo Fundo e a sede do CTPEDRAS estão instaladas no município (IPAR, 2011).

Existe uma concentração de depósitos de materiais e minerais gemológicos nos estados de Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pará e Tocantins. Porém, mesmo com grande volume de material a ser explorado, o único estado do Brasil a produzir ágata comercialmente é o Rio Grande do Sul, sendo o principal fornecedor para o mercado internacional. Outras gemas, como opala, rubi, safira, diamante, serpentinito e madeira petrificada também são encontradas na região Sul

(Figura 32) (JUCHEM *et al.*, 2009 e 2010), porém não possuem a mesma importância econômica da ágata. No Rio grande do Sul o município de Salto do Jacuí é a principal localidade produtora de ágata, com algumas frentes de lavra em atividade e inúmeras inativas.

Os imigrantes alemães da região de Idar-Oberstein, capital alemã da indústria de gemas, transformaram as cidades de Lajeado e Estrela em precursoras de beneficiamento de pedras no Estado. Muitas famílias alemãs, que sofreram as dificuldades da 1ª guerra mundial, se estabeleceram no Rio Grande do Sul. Estas famílias dominavam as técnicas de extração e beneficiamento de gemas no início do século XX. Com o passar dos anos, a indústria se deslocou para uma região produtora mais próxima chamada Soledade; havia também a vantagem da mão-de-obra mais barata nesta cidade (COSTENARO, 2005).

Figura 32: Mapa gemológico da região sul do Brasil

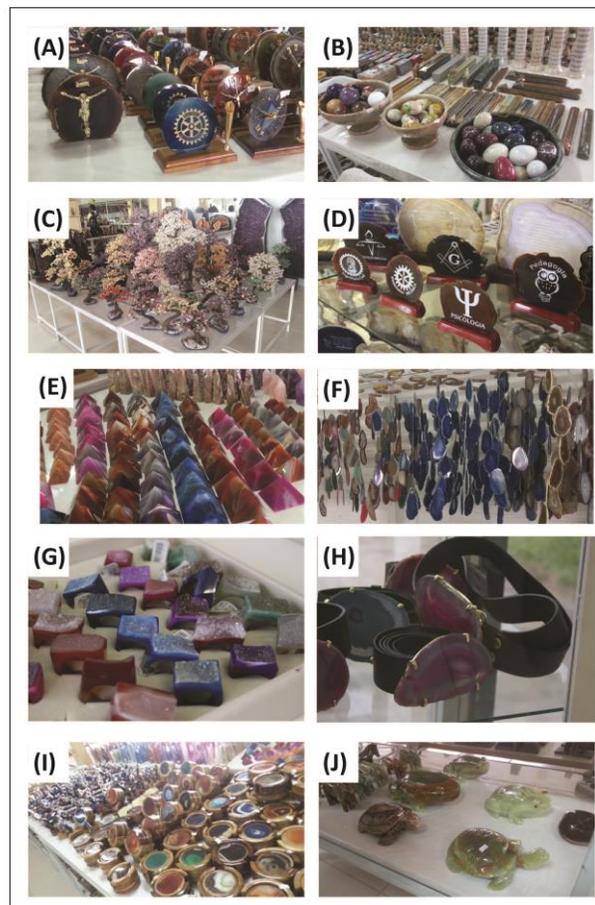


Fonte: JUCHEM (2009)

2.1.1 artefatos de Soledade

Na figura 3 temos artefatos que utilizam ágata como matéria prima principal, sendo (A) relógios colados na placa de ágata colorida, com uma base de madeira; (B) bolas de ágata utilizadas como ornamentos ou peso de papel; (C) árvores com “folhas” de ágata; (D) placas de ágata gravadas a laser; (E) peso de papel ou encosto de livro; (F) móveis de ágata tingida de diversas cores; (G) anéis; (H) fivela de cinto; (I) porta copos e por fim (J) tartarugas manualmente usinadas.

Figura 3



Fonte: Fotografias da autora

A ágata pode ser um material translúcido que revela mais ainda a beleza de suas bandas quando exposta contra à luz. Durante a visita aos estabelecimentos comerciais de Soledade, notou-se que as placas de ágata (Figura 4) eram expostas em prateleiras com lâmpadas no fundo.

Figura 4: Placas de ágata expostas à luz



Fonte: Fotografias da autora

As placas são expostas desta maneira para mostrar sua beleza máxima e evidenciando assim uma oportunidade para o desenvolvimento de um produto diferenciado que utilize essa característica.

2.1.2 catálogo de Artefatos RS 2013

O Catálogo de artefatos RS 2013 foi um projeto desenvolvido em conjunto com o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, universidades e o Centro Tecnológico de Pedras, Gemas e Joias, na cidade de Soledade.

O conceito é a utilização de materiais próprios do Rio Grande do Sul para a valorização da vida urbana e rural. Os recursos, ferramentas e hábitos do fazer são característicos do Arranjo Produtivo Local (APL) e ao longo do projeto foram inseridas tecnologias para qualificar ainda mais os produtos desenvolvido (Catálogo de Artefatos 2013/ RS).

Neste projeto foram desenvolvidos vários artefatos com a finalidade de comunicar aos empresários do APL Gemas e Joias, bem como aos interessados neste setor, quais são as possibilidades de beneficiamento de materiais gemológicos que podem ser realizadas pelas empresas prestadoras de serviço no município de Soledade. Os artefatos produzidos para compor este catálogo foram elaborados com as tecnologias disponíveis, dentre as quais têm destaque o corte por jato d'água e gravação a laser.

Na figura 5 abaixo, os seguintes artefatos: A) Jogo da velha andante é uma tábua de madeira com peças em ágata cortadas por jato d'água, B) tarraxa de violão feito de ágata cortado por jato d'água e polido para melhor acabamento, C) porta chaves feito de placa de ágata com gravação a laser, C1) porta chaves feito de placa de ágata e placa de madeira cortada por CNC ambas com gravação a laser, C2) porta chaves de madeira cortada por CNC e gravada a laser com placa de ágata como adorno, D e D1) porta toalha com ágata, E) porta joia de madeira com tampa feita de ágata gravada a laser, F e F1) blusas com adornos de pedras, G) placa comemorativa de ágata gravada a laser, H) placas de ágata gravadas a laser e cortadas a jato d'água para banheiro, I) relógio do mapa do RS cortada a laser e base de madeira, J) porta facas de madeira, K) descanso para panela de módulos de ágata e madeira, L) jogo americano de polímero com adorno de placas de ágata, M) relógio de mesa de madeira com placa de ágata com pêndulo, N) porta copo cortado por CNC e placa de ágata central gravada a laser, N1) porta copo de madeira com placas de ágata, O) porta guardanapo de ágata, P) porta anel de ágata, Q) brasão de ágata cortada por jato d'água e gravada a laser, R) pássaros de ágata usinados manualmente, S) chaveiro de ágata cortados a jato d'água para profissões, T) sino dos ventos com placas de ágata cortadas por jato d'água e gravadas a laser, U) borboletas cortadas por jato d'água com base de madeira, V) espelho para tomada de luz feita de ágata cortada por jato d'água, X) porta retrato de ágata e base de madeira.

Figura 5



Fonte: Catálogo de artefatos RS 2013

O Brasil é, atualmente, um dos maiores fornecedores mundiais de gemas de cor, sendo conhecido pela qualidade, diversidade e dimensão dos minerais produzidos. Estima-se que o país seja responsável por cerca de um terço do volume de gemas de cor do mundo, excetuados o diamante, rubi e safira, e deste volume, cerca de 80% é exportado, principalmente em estado

bruto, somente uma pequena parcela de material lapidado (IBGM,2008). Historicamente, a maior parcela das gemas produzidas no estado do Rio Grande do Sul é exportada em bruto, ou recebe pouco beneficiamento (JUCHEM et al., 2009). A lapidação de gemas para uso em joalheria é pequena se comparado com o volume da produção (JUCHEM, 2009). Os produtos beneficiados no Estado são repetitivos e sem diferencial inovador, girando em torno de pedras brutas (geodos, druzas ou cristais), pedras serradas (para a fabricação de suporte de livros, cinzeiros, chaveiros), artefatos simples (esferas, porta copos, cabos de talheres, porta velas) e também, em menor número, gemas lapidadas (BATISTI & TATSCH, 2008).

Niemeyer (1998) já aponta que as empresas, para se manter competitiva e frente a seus concorrentes nas últimas décadas, procuraram inovações tecnológicas que pudessem auxiliar o processo produtivo industrial. Pesquisadores e empresas qualificadas de diversas áreas estudam e buscam novas formas de processar os materiais, aumentando a produtividade e minimizando esforços humanos.

Existe uma grande oportunidade para o design fazer diferença e inserir produtos com potencial inovador no mercado, o futuro da inovação de produtos consiste na utilização de tecnologias para o surgimento de novos meios de produção. No Rio Grande do Sul a ágata é vendida exposta em prateleiras com luzes no fundo, é um material gemológico com propriedades translúcidas e quando exposta à luz revela sua grande beleza. É um material abundante e ainda não possui aproveitamento diversificado, a utilização da ágata cortada em placas em projetos de luminárias se torna interessante por essa propriedade de refração especial e devido à escassez de produtos de iluminação utilizando este material gemológico. A partir da análise do problema surge a oportunidade para o desenvolvimento de luminárias com placas de ágata cujo foco está no binômio design e tecnologia.

2.2. Trabalho de campo

No dia 26 de outubro de 2012 foi realizada uma visita ao SENAI e no dia 25 de Abril de 2014, foi realizado um trabalho em campo na cidade de Soledade pela disciplina Materiais e Processos. O trabalho em campo consistiu em visitar estabelecimentos comerciais de pedras, gemas e joias, o SENAI e o Centro Tecnológico de Pedras, Gemas e Joias do Rio Grande do Sul.

Esta visita será adicionada à metodologia na parte de coleta de informações para a fase de Análise do problema.

A visita foi registrada através de fotografias digitais que serão mostradas posteriormente. O estabelecimento comercial visitado foi a Empresa Lodi Pedras Preciosas Ltda.

Através da coleta de conhecimentos disponíveis, com base em processos analíticos, a visão geral do problema se torna visível, podendo assim defini-lo com mais precisão. É o retrato do problema, a expressão verbal e visual das ideias e resultados que tornam possível a discussão do problema (LOBACH, 2001).

2.3. Definição do problema

A partir dos conhecimentos adquiridos na fase de coleta de informações, o problema definido para este projeto é criar uma luminária utilizando ágata como matéria prima, utilizar a tecnologia do corte de jato d'água e o latão como matéria secundária e fazer uso de junções de joalheria para cravação da ágata ao metal. A luminária deverá suportar o peso da ágata, deverá manter a saúde do campo visual do usuário e deverá ser atraente para o público-alvo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de luminária utilizando ágata como material principal.

3.1.1. objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Conhecer as propriedades da ágata como material natural
- b) Entender a ciência dos processos de beneficiamentos da ágata
- c) Identificar os artefatos e processos existentes e disponíveis na cidade de Soledade
- d) Tomar conhecimento sobre conceitos de iluminação

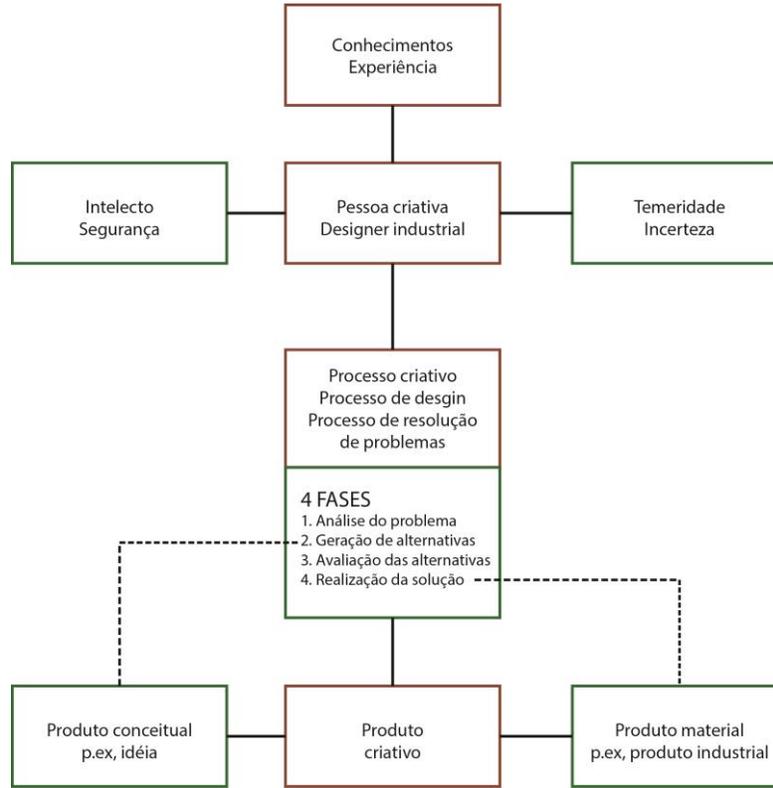
- e) Conhecer as categorias de luminárias
- f) Propor luminária a partir do conhecimento adquirido sobre o processamento dos materiais escolhidos

4. METODOLOGIA APLICADA AO PROJETO

A partir dos objetivos esclarecidos, a metodologia escolhida para o desenvolvimento deste projeto foi a metodologia de Lobach (2001) conhecida como Processo de Design ou Processo de Resolução de Problemas (Figura 1). Lobach (2001) acredita que todo o processo de design é tanto um processo criativo quanto um processo em que o problema é resolvido. Primeiro se identifica o problema, em seguida reúnem-se informações acerca deste problema (analisando e relacionando criativamente entre si), as alternativas que solucionem o problema são criadas e julgadas a partir de critérios pré-estabelecidos e finalmente a alternativa mais adequada é escolhida ou desenvolvida a partir das alternativas anteriores.

Lobach (2001) traz que o trabalho do designer industrial consiste em encontrar uma solução do problema, a partir disso transformar este problema em um projeto industrial, fazendo com que este projeto incorpore características que satisfaçam as necessidades humanas.

Figura 1: O processo de Design



Fonte: LOBACH (2001)

Lobach (2001) dividiu o processo em 4 fases distintas citadas acima. O autor dá a liberdade de avançar ou retroceder nas fases pois o processo de design por vezes pode se tornar complexo e necessitar de revisões às decisões tomadas nas fases anteriores.

Divisão de Lobach (2001) para o Processo de Resolução de Problemas:

- 1) Fase da Preparação (Análise do Problema)
- 2) Fase da Geração (Alternativas do Problema)
- 3) Fase da Avaliação (Avaliação de Alternativas do Problema)
- 4) Fase da Realização (Realização da Solução do Problema)

Na primeira Fase de análise do problema encontra-se a motivação para o processo de design. Nesta fase é feita a coleta e análise de informações para conhecer o estado da arte da área, materiais naturais, artefatos existentes com a utilização da área, processos de produção e acabamento dos materiais possíveis a serem utilizados no projeto. “A definição do objetivo do

problema é o retrato do problema em si, a expressão verbal e visual de todas as ideias e de todos os resultados analíticos que tornam possível discutir o problema” (LOBACH,2001). É desenvolvida a consciência do problema, a coleta de informações, a análise de informações, definição do problema e definição de objetivos

A fase seguinte é a Fase da geração (alternativas do problema), esta fase consiste em escolher métodos de solucionar problemas; fase na qual são produzidas ideias, gerados os conceitos, as alternativas de solução através de esboços de ideias, modelos, serão realizadas definições iniciais (público-alvo, materiais e processos definitivos). Lobach (2001) considera importante a mente trabalhar sem restrições de projeto nesta fase, para que as ideias possam fluir livremente e assim gerar o maior número de alternativas possível.

Na Fase de avaliação de alternativas é quando as alternativas são examinadas, comparadas entre si podendo assim encontrar a melhor alternativa entre as esboçadas ou ainda assim elaborar uma nova alternativa que se torne a mais condizente com os critérios escolhidos anteriormente.

A Fase de realização é a fase em que o projeto tomará forma material, serão desenvolvidos projetos mecânico estruturais, protótipos, é definido a estrutura de forma exata, serão desenvolvidos desenhos técnicos e documentos de representação para que por fim, o projeto de produto esteja pronto para a produção (Lobach, 2001).

4.1. Coleta de informações

Na primeira fase do processo de design, é essencial recolher todas as informações que se possam conseguir e prepará-las para a fase posterior de avaliação(LOBACH,2001). Na solução de um problema de desenvolvimento de produto diversos fatores são analisados (Análise da necessidade, da relação social, relação com o ambiente,...)

4.1.1. análise da necessidade

Esta análise estuda o interesse das pessoas na solução do problema. Dois especialistas foram consultados neste projeto para a coleta de dados sobre a existência de interesse das empresas e dos consumidores do produto final, a pesquisa foi de âmbito qualitativo.

A entrevistada 1 (Designer Graziela Dias) é a proprietária da Graziela Dias Design, cria e vende artigos utilizando placas de ágata em sua forma natural, não utiliza nenhum processo de tratamento depois de adquirir as placas (já cortadas e polidas). A designer morou em Londres por alguns anos e notou que todos os artigos luxuosos que utilizavam ágata no exterior, utilizava esta gema brasileira. Após terminar o mestrado de Gestão de Marketing de Luxo, retornou ao Brasil e procurou artigos sofisticados similares aos encontrados no exterior e não obteve sucesso na busca. Decidiu, então, abrir uma empresa em Porto Alegre que criaria estes artigos sofisticados e luxuosos utilizando pedras nacionais. A designer cria luminárias e pesos de livros com as placas de ágata provenientes do Rio Grande do Sul. Estes pesos de livros são expostos com uma luz ao fundo pois, devido à translucidez, a luz destaca as formas orgânicas da própria placa. (Figura 2C)

Figura 2: (A) Peso de livro de placa de ágata, latão e base de acrílico. (B) Peso de livro de geodo de ágata com base em latão. (C) Peso de livro de placa de ágata, com luz de destaque ao fundo.



Fonte: Fotografias da autora

A designer utiliza materiais gemológicos naturais combinados com latão, cobre, couro ou acrílico. A faixa etária do público-alvo da Graziela Dias Design é de 35 anos para cima, são pessoas com poder aquisitivo alto, que se interessam por design, decoração, que viajam bastante e procuram aqui no Brasil as peças vistas no exterior (peças que custam o dobro ou triplo fora do país, que utilizam gemas do país).

Existe interesse da especialista no projeto de desenvolvimento de luminária utilizando ágata como matéria-prima, não só como decoração da luminária. Se interessa na utilização de tecnologias para produção de novos produtos utilizando os mesmos materiais. Acredita que existe a necessidade da valorização da ágata no Rio Grande do Sul pois nota um preconceito quando se trata da ágata (por ser um material tão comum na região), e conta que muitos clientes que antes não davam valor à ágata após ver seus produtos com um design sofisticado começam a valorizar e passar a se interessar mais pelo material gemológico. O interesse existe pois deseja que existam mais produtos que possam ajudar a eliminar esse preconceito.

O entrevistado 2 (Moacir Lodi), sócio da MV LODI. Com mais de 35 anos no ramo, a empresa beneficia e comercializa geodos de ágata e gemas preciosas no mercado interno e externo. A ágata é vendida bruta e trabalhada, não existe um padrão de tamanho para corte da ágata em placas e a espessura das placas varias de acordo com o tamanho dos geodos. A ágata é colorida através do beneficiamento e não existe diferença de preço entre as artificialmente coloridas e as naturalmente coloridas. A empresa atualmente não trabalha com luminárias e se interessa por um projeto que utilize ágata beneficiada pela empresa. O especialista considera interessante a combinação de luz e ágata pois as cores e formas são realçadas quando a luz transparece através das placas. Acredita que é mais um meio de mostrar a beleza da matéria prima para seus clientes.

Conforme exposto anteriormente, não existe o desenvolvimento no RS de luminárias que utilizem a ágata como matéria prima, apesar deste material ser abundante e de fácil acesso no estado. Existem empresas que desenvolvem luminárias e produtos de iluminação utilizando materiais naturais, porém elas não exploram o uso da ágata como componente base do produto. Enxerga-se portanto uma oportunidade de desenvolvimento de uma luminária de ágata, visando

explorar esse mercado inexplorado e aproveitando o potencial que a ágata possui no estado do RS.

4.1.2. análise da relação social

Após consulta com especialistas, o provável usuário pertenceria a uma classe social média-alta, acima de 35 anos, com poder aquisitivo alto, aquele que está montando seu primeiro lar e procura objetos diferenciados e únicos, possuem interesse em design e decoração.

O desenvolvimento da luminária se dará através da utilização de tecnologias para criar novos meios de produção aliado com o design, resultando em produtos diferenciados. Será uma luminária direcionada à um objeto de decoração, objeto de destaque da casa ou escritório.

4.1.3. análise da relação com o meio ambiente

Deverão ser consideradas todas as relações recíprocas entre a possível solução e o meio ambiente onde será utilizado. Analisar as ações do meio ambiente sobre o produto (condições meteorológicas, sujeira, etc..) (LOBACH,2001).

4.1.3.1. iluminação

Conceitos importantes:

- **Luz** (latim lux, lucis): O que, iluminando os objetos os torna visíveis.
- **Fluxo luminoso**: Quantidade total de luz emitida por uma fonte de luz.
- **Lúmen** (latim lumen, -inis, luz): [Física, Metrologia] Unidade de medida de fluxo luminoso (símbolo.: lm).
- **Iluminância**: [E] Fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a certa distância da fonte.
- **Lux**: Unidade de medida de iluminância (símbolo.: lx).
- **Eficiência luminosa**: Verifica a proporção de energia consumida contra a quantidade de fluxo luminoso produzido.
- **Ofuscamento**: é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão: podendo prejudicar a visualização do objeto (ofuscamento inabilitador) ou tornar a visão desconfortável à pessoa no ambiente (ofuscamento desconfortável).
- **Índice UGR**: Valor referente ao ofuscamento desconfortável. Escala UGR 13-28, onde 13 representa o ofuscamento desconfortável menos perceptível.
- **Índice de reprodução de cores**: [IRC ou Ra] valores referentes à qualidade da reprodução de cor.

4.1.3.2 iluminação de ambiente

Pereira e Souza 2000, traz que a iluminação inadequada pode causar desconforto e fadiga visual, dor de cabeça, ofuscamento, redução da eficiência visual ou até mesmo acidentes. Uma boa iluminação aumenta a produtividade do usuário, gerando um ambiente mais prazeroso para convívio.

A ABNT (ABNT NBR IEC 60598-1, 1999) define luminária como um “aparelho que distribui, filtra ou transforma a luz emitida por uma ou mais lâmpadas e que compreende, com exceção das próprias lâmpadas, todas as partes necessárias para sustentar, fixar e proteger as lâmpadas e, quando necessário, circuitos auxiliares

Principais requisitos de uma luminária de acordo com Viana e Gonçalves *apud* Paula (2006) são: garantir suporte e conexão elétrica à lâmpada, controlar e distribuir a luz, proporcionar bom rendimento luminoso, manter a temperatura de operação dentro das normas estabelecidas, facilitar a instalação e a conservação, proteger a lâmpada e ter qualidade formal.

Os principais tipos de luminárias podem ser divididas em 10 tipos de aplicações: as arandelas, o abajur, balizadores, embutidos, luminária de mesa, luminária de pé, tubular, lustres, pendentes e plafons. (figura 6)

Figura 6: Painel de Principais tipos de luminárias: (A) arandela, (B) abajur, (C) balizadores, (D) embutidos, (E) luminária de mesa, (F) luminária de pé, (G) tubular, (H) lustres, (I) pendentes e (J) plafons.



Fonte: Autor

Para o desenvolvimento completo de uma luminária é necessário considerar aspectos luminotécnicos, a eficiência do sistema e como ela pode interferir no ambiente de convívio. Nos próximos tópicos será abordado o estudo dos componentes técnicos visuais e físicos da luminária.

4.1.3.3. tipos de ambientes x Iluminância requerida

A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 especifica os requisitos de iluminação para diferentes ambientes, considerando os limites nos níveis de iluminância, ofuscância e reprodução de cor.

Tabela 1 – Limite de iluminância por ambiente :Escala de iluminância x Tipo de ambiente

Iluminância	Ambiente (Atividade)
20 lux	Mínimo exigido para diferenciar as características da face humana
100 lux	Sala de Descanso
150-200 lux	Torna o ambiente mais aconchegante
500 lux	Ideal para leitura
1.000 lux	Trabalho de precisão e controle de qualidade
1.500 lux	Inspeção de cor em impressão multicolorida

Fonte: ABNT NBR (2013)

Dentre os ambientes descritos na ABNT, é destaque para este projeto: Sala de Espera com iluminância [E] 200 lux, ofuscância [UGR] 22 UGR(limite) e índice geral de reprodução de cor [IRC] 80 e Sala de leitura ou escritório com iluminância [E] 500 lux, ofuscância [UGR] 19 UGR(limite) e índice geral de reprodução de cor [IRC] 80.

4.1.3.4. técnicas de Iluminação de acordo com o Manual Luminotécnico Prático – OSRAM

Iluminação decorativa

Esta técnica é utilizada para decoração, como jogos de fachos de luz nas paredes (arandelas), cascata de luz na parede, contrastes de luz e sombra, etc.

Iluminação de destaque

A técnica é utilizada para aumentar a luminosidade em cima do objeto que deseja dar destaque, criando uma diferença de luminosidade em relação aos outros objetos do ambiente. Esta técnica de iluminação é regularmente utilizada para dar destaque a obras em museus ou à joias em joalherias.

Figura 7 – Iluminação de destaque



Fonte: Ourolux iluminação

Modulação de intensidade

É possível criar um ambiente versátil com o aumento ou a diminuição da intensidade da luz emitida pela luminária, modificando a percepção “usuário – ambiente”. Tornando possível transformar um ambiente de descanso num escritório ao aumentar a luminosidade, caso seja desejo do usuário.

Harmonia na distribuição da luz

Para potencializar a iluminação geral de um cômodo, aumenta-se a luminosidade em regiões mais distantes das luminárias principais. Uma luminária na sala pode servir para dar destaque a um canto escuro e cobrir sombras de objetos e rosto das pessoas, tornando o ambiente mais aconchegante.

4.1.3.5. tipos de lâmpadas

A tabela 2 mostra 4 tipos de lâmpadas comumente utilizadas na iluminação e a diferença entre as características de cada uma.

TABELA 2 – tipos de lâmpadas

<p>1. Lâmpada incandescente</p> 	<p>Funcionam através da passagem da corrente elétrica por um filamento de tungstênio, que com o aquecimento, gera a luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Eficiência luminosa: Extremamente baixa b) *IRC = 100. Excelente qualidade de luz e sombra c) Vida útil: Baixa, média de 800 horas (9 meses) d) Custo de aquisição: Baixo e) Área de iluminação: Alta f) Dissipação de calor: Alta, aquece o local <p>Recomendação: estúdio fotográfico.</p>
<p>2. Lâmpada halógena</p> 	<p>Funcionam através da passagem da corrente elétrica por um filamento de tungstênio com gás halogênio, que com o aquecimento, gera a luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Eficiência luminosa: Baixa b) *IRC = 100. Excelente qualidade de luz e sombra c) Vida útil: Média, média de 2.000 horas (2 anos) d) Custo de aquisição: Alto e) Área de iluminação: Baixa f) Dissipação de calor: Alta, aquece o local <p>Recomendação: residencial decorativo e comercial.</p>
<p>3. Lâmpada de LED</p> 	<p>Lighting Emitted Diodes. Led's são dispositivos semicondutores que convertem energia elétrica diretamente em energia luminosa.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Eficiência luminosa: Alta b) *IRC <80. Luz monocromática c) Vida útil: Excelente, média de 25.000 horas (25 anos) d) Custo de aquisição: Muito alto e) Área de iluminação: Baixa f) Dissipação de calor: Baixa <p>Recomendação: Comunicação visual e vitrines</p>
<p>4. Lâmpada fluorescente</p> 	<ul style="list-style-type: none"> a) Eficiência luminosa: Alta b) *IRC >80. Boa qualidade de luz e sombra c) Vida útil: Alta, média de 8.000 horas (8 anos) d) Custo de aquisição: Médio e) Área de iluminação: Alta f) Dissipação de calor: Baixa <p>Recomendação: Possui espectro luminoso para cada aplicação, lâmpada quente e fria e ampla variedade de potência luminosa</p>

Fonte: Manual Luminotécnico Prático – OSRAM

*IRC – Índice de reprodução de cor

O índice de reprodução da cor influencia tanto no desempenho visual da luminária quanto no conforto e bem-estar. Segundo o Manual Luminotécnico da OSRAM a aparência de cor da luz é medida em Kelvin (K), abaixo de 3.300K a aparência é uma cor quente, para proporcionar uma iluminação mais aconchegante é necessário utilizar lâmpadas de 2700K a 3000K (branca morna). Acima de 5.300K a luz aparenta um tom mais claro, se tornando mais estimulante e assim ideal para escritórios e ambientes de estudo (cor branca).

Tendo em vista aos fatores citados, a escolha da lâmpada terá o objetivo de tornar o ambiente mais aconchegante, aumentar a iluminação em pontos mais distantes da luminária principal, potencializando a iluminância em certa região do ambiente. A lâmpada fluorescente de 2700K a 3000K foi escolhida pois possui características importantes para este projeto, que mais tarde serão testados para melhor entender a interação com a ágata. É uma lâmpada fria, possui grande variedades de tipos e espectros de luz, torna o ambiente aconchegante, possui vida útil alta de 8000 horas e IRC 80 (alta qualidade de reprodução de cor).

As luminárias atuam no controle da distribuição da luz, aumentando a eficácia das lâmpadas, para determinada necessidade de iluminação e conforto visual. As luminárias são classificadas de acordo como o seu fluxo luminoso é irradiado, essa classificação é denominada sistema de iluminação. Segundo Vianna e Gonçalves (2001) os sistemas podem ser classificados por iluminação geral, localizada e local.

Na Iluminação geral (Figura 8) a distribuição é regular e uniforme, atendendo uma área maior do ambiente e apresenta um consumo de energia elevado. Utilizado em fábricas, escritórios, supermercados e etc (VIANNA, GONÇALVES, 2001).

Figura 8 – Iluminação Geral



Fonte: Autor

A distribuição da luz na iluminação localizada (figura 9) é concentrada em locais de principal interesse para proporcionar altos níveis de iluminação, sendo mais eficaz no gasto da energia, pois iluminam onde realmente precisa de iluminação. Utilizados em linhas de montagem, vitrines e etc. (VIANNA, GONÇALVES, 2001)

Figura 9 – Iluminação Localizada



Fonte: Autor

Numa iluminação local ou de tarefa (figura 10) as luminárias ficam dispostas no plano de trabalho, iluminando uma pequena área com alto nível de iluminação. Permite uma maior economia de luz, porém precisa ser complementada por outro sistema de iluminação. Pelo fato de estarem no nível do plano de trabalho, deve-se tomar cuidado para não posicioná-las em posições que cause o ofuscamento da visão. Utilizado em superfícies de trabalhos que exigem precisão. (VIANNA, GONÇALVES, 2001)

Figura 10 – Iluminação Local



Fonte: Autor

Segundo Vianna e Gonçalves (2001) existe outra classificação das luminárias, quanto ao formato do fluxo luminoso, podendo ser direto, indireto e direto-indireto.

No sistema direto a iluminação é direcional e concentrada, sendo assim mais econômica para atender a necessidade de alto nível de iluminação em uma superfície desejada, porém há uma grande diferença de iluminância entre o local de trabalho e seu entorno.

Figura 11 – Iluminação Direta



Fonte: Autor

No sistema indireto a iluminação é realizada na sua totalidade pela reflexão da luz, a luminária possui o fluxo luminoso em direção ao teto ou parede e através da reflexão ilumina o ambiente, possui uma baixa eficiência energética, pois a reflexão diminui a intensidade do fluxo luminoso.

Apesar da distribuição da luz ser mais uniforme que o sistema direto, nesse sistema há ausência de sombras e conseqüente uma perda nas formas dos objetos.

Figura 12 – Iluminação Indireta



Fonte: Autor

No sistema semi- indireto a parte da iluminação é direta e parte indireta, nesse sistema diminui-se a diferença do nível de iluminação da área de trabalho e seu entorno.

Figura 13 – Semi Indireta



Fonte: Autor

4.1.4. análise do desenvolvimento histórico

Esta análise tem a finalidade de extrair dados para o novo desenvolvimento (LOBACH, 2001).

4.1.4.1. ágata

Schumann (2006) conta que em 1548 foi citada pela primeira vez uma polidora de ágata. Na cidade de Idar-Oberstein, 100 anos antes disto já se escavava em busca de ágata e outras gemas. Idar-Oberstein (Alemanha) possuía uma das jazidas mais importantes de ágata até princípios do século XIX. Em sua jazida encontravam-se os nódulos de ágata de cores muito bonitas como vermelho, róseo, amarelo, pardo e azul pálido, estas não podem ser tingidas artificialmente. (SCHUMANN, 2006).

Com a escassez da ágata, no início do século XIX a mão de obra especializada começou a procurar novas oportunidades de emprego. Emigrantes foram conhecer novos países e encontraram por acaso, no Brasil, novas jazidas de ágata.

Em 1827 os emigrantes de Idar-Oberstein descobriram uma das jazidas mais importantes quanto à qualidade e volume de reservas, e estas se encontram no Rio Grande do Sul (Brasil) e no norte do Uruguai. As cores cinzentas e bandas quase não reconhecíveis são características da ágata brasileira, por isso utilizam o tingimento como um recurso para que a ágata adquira cores diferenciadas (SCHUMANN, 2006).

Na atualidade, a maior concentração deste material gemológico encontra-se no Rio Grande do Sul, sul do Brasil, e em Artigas, norte do Uruguai. A Alemanha, até o ano de 1960, foi a única importadora de ágata do Rio Grande do Sul, sendo então seguida pelo Japão, China e Estados Unidos. Atualmente a ágata é utilizada como constituição de objetos de arte, gemas para joias e camafeus. (AGOSTINI, 1998; SCHUMANN, 2006).

4.1.4.2. luminárias

Segundo Charlotte & Peter (2013), desde o início da origem do ser humano a rotina do dia a dia era determinada predominantemente pelo ciclo da luz solar, mas o advento da luz artificial proveu a independência deste ritmo da natureza. Atualmente não dependemos somente da luz solar para realizar as atividades diárias e vivemos numa sociedade 24 horas. A primeira luminária acredita-se ter aparecido por volta de 70.000 antes de Cristo e era feita de concha com plantas secas encharcadas em gordura animal. Por volta de 700 antes de Cristo os gregos substituíram a tocha por lamparinas de óleo, conseguindo uma maior autonomia e duração das chamas.

Em 1792, William Murdock inventou a lamparina a gás que foi usada para iluminar as ruas de Londres. Em 1879, Thomas Edson apresentou a sua primeira versão da lâmpada incandescente (abaixo figura 14A), que consistia no aquecimento de um filamento de carvão dentro de um bulbo de vidro, porém essa lâmpada só possuía 45 horas de vida útil. Um ano depois Thomas Edson lançou a segunda versão, substituindo o filamento de carvão por bambu carbonizado. Nessa nova versão a lâmpada possuía 1200 horas de vida útil e segundo Charlotte &

Peter (2013) a indústria de Thomas Edson (Ediswan United Lamp Company) vendeu mais de 7 milhões lâmpadas em 1892.

A lâmpada incandescente estendeu as possibilidades de design de luminárias, pois em comparação com as lamparinas à gás era uma solução mais barata, segura e confiável. Assim, no início de 1900 houve a exposição em Paris “*Exposition Universalle et Internationale*” de design de luminárias, com a predominância de luminárias em forma de escultura. George Flamand apresentou “*Figural Table Light*” (Figura 14B abaixo) uma escultura que valoriza a lâmpada e a luz, onde as flores são representadas por lâmpadas e foram posicionadas de tal forma que a luminária não possui sombras. Em 1902, com o conceito que a natureza é sempre bonita, Louis Comfort Tiffany usou flores e a fauna no design de luminárias. A luminária “*twelve-light lily*” (Figura 14C abaixo) ganhou diversos prêmios, o design se inspirou nas flores copo de leite e utilizou vidro na cor âmbar para valorizar o cobre da peça (Charlote & Peter, 2013).

Na década de 1920, os designs das luminárias tiveram grande influência da escola alemã Weimar Bauhaus, que tinha o foco no funcionalismo das luminárias. Os modelos eram para produção em massa e com os fundamentos do modernismo. Wilhelm Wagenfeld e Carl Jakob Jucker projetaram o modelo ME1 (figura 14D abaixo) para produção industrial.

Na década de 30 após a grande recessão de 1929, houve o incentivo das indústrias para melhorar as técnicas de fabricação e desenvolver novos materiais, o design Paul Henningsen usou latão polido para a confecção da luminária PH table light (figura 14E abaixo). Em 1940, Isamu Noguchi escultor japonês criou inúmeras luminárias conhecidas como *Lunars*, o designer utilizava papel na confecção das luminárias e misturava o modernismo com o artesanato japonês, um exemplo é a luminária “*Cilinder table light*” (figura 14F)

Figura 14 (A) Primeira lâmpada incandescente de Thomas Edson, EUA, New Jersey, 1879. (B) Luminária Figural Table Light, França, Paris, 1900. (C) Luminária Twelve-light Lily, EUA, Nova Iorque, 1902. (D) Luminária ME1, Weimar, Alemanha, 1923. (E): Luminária PH Table Light, Dinamarca, Copenhague, 1927. (F): Luminária Cilinder table Light, EUA, Nova Iorque, 1944.



Fonte: Charlotte & Peter (2013)

Em 1958, foi inventada a lâmpada halógena que tinha o objetivo de ser usado no farol da frente do carro por ser uma lâmpada direcional. Os irmãos Achille & Pier Giacomo Castiglioni eram conhecidos pelo talento e pelas peças inovadoras e elegantes, em 1962, eles inovaram utilizando a lâmpada halógena na luminária *“Toio Uplighter”* (figura 15A abaixo) (Charlotte & Peter, 2013).

De acordo com Charlotte & Peter (2013), na década de 1990, iniciou a comercialização das lâmpadas fluorescentes compactas (LFC). São lâmpadas que possuem maior rendimento energético, maior durabilidade e possuem uma grande variedade de potência e cor da luz (branca fria e branca morna). No design houve a introdução do novo funcionalismo com o conceito de ecologicamente correto e o estudo dos efeitos da luz no ser humano. O designer Ross Lovegrove

criou a luminária “*Solar bud outdoor light*” (figura 15B e C abaixo) que capta a luz solar e transforma e em energia e armazena em uma bateria recarregável.

As lâmpadas de LED começaram a ser utilizadas na iluminação no início do milênio e, em 2004, a tecnologia conseguiu desenvolver a lâmpada de LED que possui a eficácia de 120 lumens por Watt, duas vezes mais econômica que as Lâmpadas fluorescente e dez vezes que as lâmpadas incandescentes. Além da eficiência o LED possui dimensões muito pequena, aumentando a possibilidade do design de luminárias. Um exemplo é a luminária “*Sui Table*” que possui 18 lâmpadas de Led (figura 15D abaixo) (Charlotte & Peter, 2013).

Painel com figuras: Figura 15 (A) Luminária Toio, (B) e(C)Figura: Luminária “*Solar bud outdoor light*”, (D) Luminária *Sui table light*.



Fonte: Charlotte & Peter, 2013

4.1.5. análise de mercado

A análise de mercado pode ser realizada através da Análise comparativa de produto, que é feita através da comparação de diversos produtos existentes no mercado partindo de pontos comuns de referência. O designer deve criar estes pontos de referência estruturando as características do produto (LOBACH, 2001).

Neste item são apresentados alguns produtos que utilizam materiais gemológicos e rochas para projetos de iluminação. Sem exceção, estes exemplos utilizam-se da translucidez dos materiais, característica que será explorada na ágata para o desenvolvimento de luminária durante este Trabalho de Conclusão de Curso.

4.1.5.1. *goura Mandala*

O expositor trabalha com pedras de sal do Himalaia, fronteira entre a Índia e o Paquistão. A extração das pedras é feita a mil metros de profundidade do solo, após isto as pedras são lapidadas, em seguida furadas e posicionadas com a luz no meio da peça.

Mandala diz que a luz interna aquece o cristal, evaporando a umidade absorvida no solo. A peça (Figura 16) libera íons negativo que neutraliza e purifica o ar do ambiente.

Figura 16: Luminárias de pedra de sal



Fonte: Globo1

4.1.5.1.2. *itaarte*

A Itaarte é uma empresa brasileira paulista que desenvolve linhas exclusivas através do beneficiamento de pedras voltado ao desejo do cliente. As pedras trabalhadas são: mármore e granito nacionais e importados.

A bancada da pia (Figura 17) é feita com mármore e a luz que transparece é produzida por lâmpadas fluorescentes. A escolha da pedra ônix foi baseada na sua estrutura molecular. É uma pedra pouco porosa e por isso não há tanta infiltração (Itaarte).

Figura 17: bancada de pia exclusiva



Fonte: Itaarte

4.1.5.1.3. slimStone

A empresa SlimStone produz na Serra Gaúcha, Garibaldi, a composição do SlimStone (Figura 16) que nada mais é que uma placa de mármore ou granito de uma espessura de 5 mm em combinação com uma camada de laminado especial para composite, uma camada de composite natural e uma outra camada final de laminado especial para composite. O SlimStone tem no total 20mm de espessura.

Figura 18: Composição SlimStone



Fonte: SlimStone

As figuras 19 abaixo são alguns exemplos dos produtos finalizados da empresa.

Figura 19: (A) Projeto de painel decorativo, (B) Aplicação de mesas iluminadas, (B1) Mesa iluminada, (C) Luminárias de teto e chão.



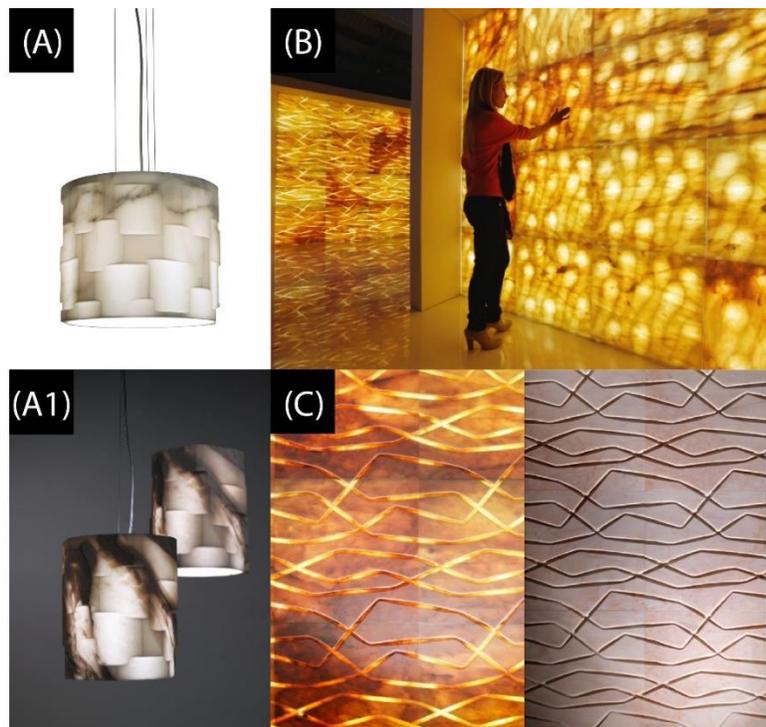
Fonte: SlimStone

4.1.5.1.4. lithos Design

A Lithos Design beneficia pedras de maneira modular, cortando e dando a forma à cada pedra. O diferencial da Lithos é a criação de superfícies com texturas 3D.

Na figura 20 estão alguns dos produtos da Lithos, luminárias, módulos e a parede finalizada. Todos estes produtos da figura possuem a característica de transpassar a luz causando um efeito especial ao ambiente exposto.

Figura 20: (A) e (A1)luminárias, (B) aplicação real do módulo como parede, (C) módulo sem e com contraste da luz no fundo.

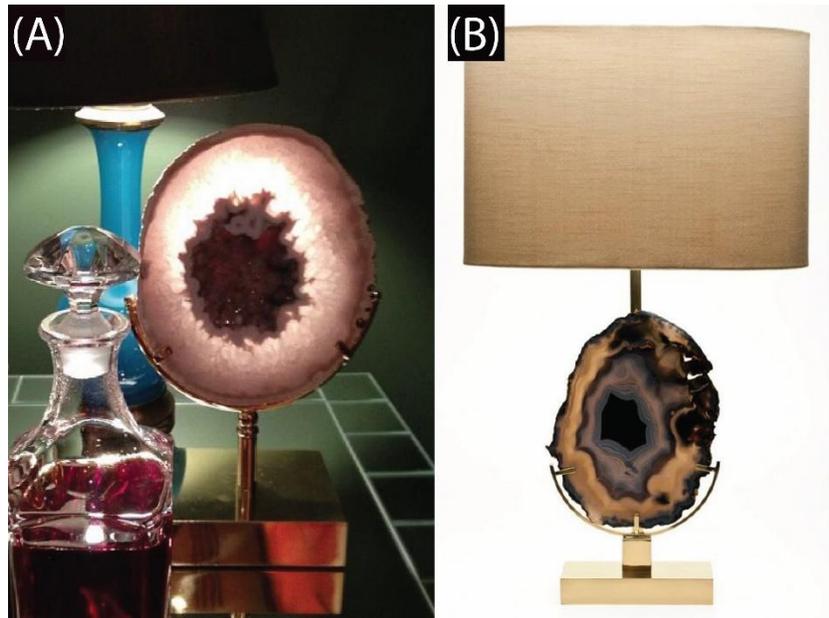


Fonte: Lithos Design

4.1.5.5. designer Graziela Dias

Graziela Dias Design trabalha com peças únicas e criadas pela própria Graziela. Utiliza luminárias com cravação de pedras na base. Faz uso de ágata em sua forma orgânica e conceitua seus produtos como joias para casa. A figura abaixo mostra um objeto de decoração utilizando placa de ágata com base em latão e ao lado uma luminária com placa de ágata e base de latão, ambas as placas de ágata são cravadas estilo joalheria.

Figura 21: Artigos da Graziela Dias Design



Fonte: Graziela Dias Design

Figura 22: Aparador de livros



Fonte: Graziela Dias Design

4.1.5.1.6. *designer Valdomiro Almeida Favoreto*

Designer paranaense cria objetos contemporâneos para casas, gosta de criar objetos com um toque masculino. Trabalha com placa de ágata para luminária e alumínio, criou uma luminária de parede com formato circular.

Figura 23: Luminária de parede utilizando ágata



Fonte: Valdomiro Almeida Favoreto

4.1.5.2. *painel geral dos produtos da análise de mercado*

Figura 24: Painel geral



Fonte: Compilação feito pela autora

4.1.6. análise da função

Com esta análise se compreende a forma de trabalhar de um produto, é um método de estruturação de características técnicas funcionais que são observadas através das qualidades funcionais (LOBACH, 2001).

MORAES (2010) define a composição da luminária por fontes de luz, componentes relacionados ao controle da luz, componentes mecânicos e elétricos. Cada um destes componentes será detalhado abaixo.

4.1.6.1. fonte de Luz

As fontes de luz podem ser identificadas como lâmpadas no sistema de composição de uma luminária. Lamberts; Dutra; Pereira (1997) classificam as lâmpadas em dois grupos principais, as lâmpadas incandescentes (irradiação por efeito térmico) e as fluorescentes (descarga de gases e vapores).

4.1.6.2. componentes de Controle

Os componentes de controle (como refletores, difusores, máscaras, protetores, grelhas e defletores) são responsáveis por controlar a distribuição da luz, de forma que ela seja feita de maneira eficiente. Através deles é que se consegue controlar o fluxo luminoso da lâmpada. (MORAES, 2010).

Os refletores possuem a capacidade de utilizar a reflexão para alterar a distribuição da luz. Podem ser de vidro ou plástico espelhado, alumínio polido, chapa de aço esmaltada ou pintada de branco (ELETROBRÁS, 2002). Na figura abaixo pode-se ver alguns exemplos de refletores.

Figura 25- Exemplos de refletores. 1- Luminária com refletor redondo; 2 – Calha com refletor interno; 3 – Luminária de embutir com refletor espelhado. [MORAES, 2010]



Fonte: Autor

Já os refratores (figura abaixo) tem como objetivo proteger a parte interna contra as intempéries (poeira, chuva, impacto, etc). Eles alteram a distribuição do fluxo luminoso no momento em que ele atravessa os materiais com diferentes densidades ópticas, sendo usualmente de vidro ou acrílico (ELETROBRÁS, 2002).

Figura 26- Exemplo de refratores. 1 – Luminária pendente com lente prismática; 2 – Embutido com Louver em policarbonato metalizado; 3- Luminária de sobrepor com refrator em acrílico. (MORAES, 2010)



Fonte: Autor

Os difusores (figura abaixo) tem por função reduzir a luminosidade, podendo realizar o ofuscamento do fluxo luminoso. São usualmente composto de plástico branco, acrílico, policarbonato, vidro serigrafado ou jateado (ELETROBRÁS, 2002).

Figura 27- Exemplos de difusores. 1 – Luminária pendente com difusor em policarbonato; 2 – Luminária de sobrepor com difusor em vidro injetado; 3 – Luminária de sobrepor com envoltório branco leitoso. (MORAES, 2010)



Fonte: Autor

Da mesma forma que os difusores, as grelhas e defletores têm como funções não permitir que a luz incida diretamente sobre o plano de trabalho, impossibilitando a visão direta da

lâmpada. Podem utilizar na sua composição materiais opacos ou translúcidos, apresentados em grelhas formando pequenas células ou dispostos linearmente conhecidas como aletas (IWASHITA, 2004).

Figura 28- Exemplos de grelhas e defletores. 1- Luminária com grelhas em alumínio; 2 – Luminária com envoltório em vidro jateado; 3 – Luminária com aletas parabólicas.(MORAES, 2010)



Fonte: Autor

4.1.6.3. componentes Mecânicos

Os componentes mecânicos são o corpo ou design da luminária. Consiste na estrutura que suporta os outros componentes, como também os mecanismos para montagem e fixação das mesmas. Cada luminária possui componentes mecânicos específicos segundo sua aplicação, entre eles estão as molas gafanhoto, garras gafanhoto, parafusos, imãs, entre outros (MORAES, 2010). Ou seja, é através dos componentes mecânicos que os outros componentes são estruturados e ligados uns aos outros.

Figura 29- Exemplos de componentes mecânicos.1 e 2 – Molas para fixação de luminária de embutir: 1- Mola Gafanhoto; 2-Mola 48; 3- Canopla para fixação de pendentés; 4- Suporte para luminárias plafons de sobrepor. (MORAES, 2010)



Fonte: Autor

4.1.6.4. componentes Elétricos

Os componentes elétricos são os responsáveis por fazer a conexão entre a fonte de energia e a luminária, de forma a garantir o bom funcionamento da luminária. Alguns exemplos: caixas de junção, reator, soquete, fiações, ignitores, starter e capacitores (IWASHITA, 2004).

Figura 30- Exemplos de componentes elétricos. 1- Soquete E-27; 2- Ignitor para reator metálico; 3- Starter para lâmpadas fluorescente (MORAES, 2010).



Fonte: Autor

4.1.7. análise de materiais

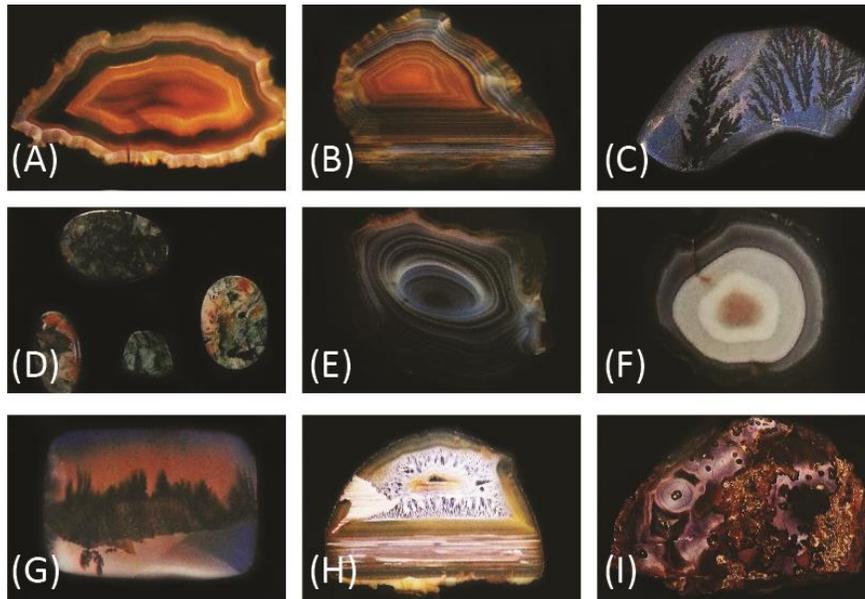
4.1.7.1. ágata

É encontrada em geodos, que são cavidades de forma arredondadas a ovoides, e ocorre preenchendo a parte interna destas cavidades (JUCHEM *et al.*, 2007). Os geodos possuem dimensões variadas, normalmente centímetros. Diferentemente, geodos preenchidos por ametista possuem dimensões maiores, alcançando por vezes metros de comprimento e diâmetro. (HEEMANN, 2005).

A ágata é um material composto por finas camadas de calcedônia, que designa as variedades de quartzo micro a criptocristalino, de hábito granular ou fibroso, e por ser um agregado possui um grande número de microporos (DEER *et al.*, 1981; JUCHEM 1999), o que denota sua qualidade intrínseca de ser facilmente tingido por corantes artificiais. Os grãos de quartzo que são aciculares e formam bandas fibrosas, produzem diferentes graus de porosidade, característica física fundamental para a impregnação por agentes corantes (SILVA, 2006; DUARTE *et al.*, 2003). Ágata é a denominação dada à variedade de calcedônia composta por bandas, por

vezes com mesclas de finas camadas de opala. Suas cores podem ser distintas ou em um tom uniforme. Suas bandas podem ser multicoloridas ou de uma mesma cor (SCHUMANN, 2006).

A ágata pode ser conhecida por diversos nomes, na figura 31 abaixo algumas citadas por Schumann (2006): (A) ágata amuralhada, (B) ágata bandada ou listrada, (C) ágata dendrítica, (D) ágata musgosa, (E) ágata olho, (F) ágata orbicular, (G) ágata paisagem, (H) sardo, ovo trovão ou pedra areia, (I) tubular.



Fonte: SCHUMANN (2006)

4.1.7.2. metais

As gemas preciosas são mais antigas que o homem. Simbolizam vaidade, beleza, riqueza. “Joias” devem ser decorativas, preciosas e possuir um efeito “mágico”. A partir da “Idade dos metais”, a partir do descobrimento de ligas metálicas, a joalheria deve seu início (SALEM, 2000).

As ligas metálicas são comumente utilizadas em conjunto com as gemas. Este projeto irá fazer uso da liga de latão, também utilizado em joalheria, para valorizar a gema. A luminária será tratada como uma joia no seu conceito e, assim, serão utilizadas cravações de joalheria para o encaixe da gema ao metal. Esta luminária irá simbolizar beleza, vaidade e preciosidade. O latão utilizado neste projeto tem a composição de 65% Cu e 35% Zn com ponto de fusão de 500 C, terá acabamento polido.

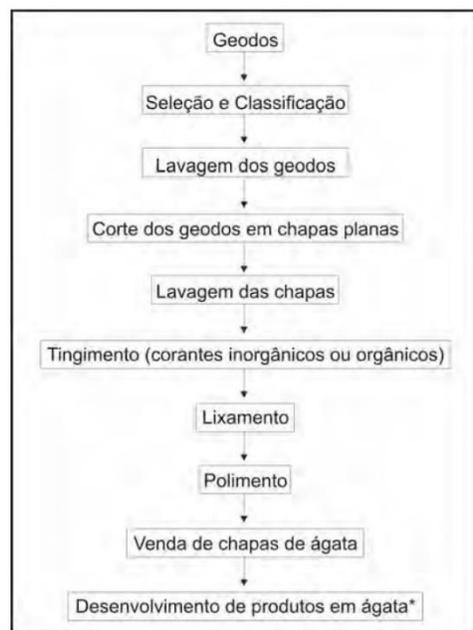
4.1.8. processos de fabricação

4.1.8.1. beneficiamento de ágata no RS

As principais empresas de beneficiamento, comercialização e exportação de artefatos em materiais gemológicos se encontram no município de Soledade.

No fluxograma da Figura 33 podemos acompanhar as etapas do beneficiamento da ágata. Este beneficiamento da ágata no Rio Grande do Sul é carente no que diz respeito à inovação tecnológica, pois envolvem sempre estas mesmas etapas descritas abaixo (TUBINO, 1998; AGOSTINI, et al., 1998; BRUM & SILVA, 2010).

Figura 33: Fluxograma das etapas de beneficiamento da ágata



* Desenvolvimento de produtos com a utilização da ágata, criados e produzidos por designers e profissionais qualificados.

Fonte: Cidade (2012)

No trabalho em campo realizado no município de Soledade, realizou-se a visita à empresa Lodi Pedras Preciosas Ltda. Os materiais gemológicos principais utilizados pela empresa são ágata, ametista e cristal de rocha. De acordo com COSTA (2007), a empresa é uma das únicas que executa quase todas as etapas de beneficiamento da ágata. Desde a extração ou compra de matéria prima, corte, lapidação, martelação, desenvolvimento do artesanato, artefatos de baixa

complexidade até a comercialização. As etapas de seleção de materiais e beneficiamento de geodos de ametista, principalmente, estão representadas na figura 34.

Figura 34: Etapas do processo de beneficiamento da empresa Lodi Pedras Preciosas. (A) Processo de seleção dos geodos a serem beneficiados; (B) Limpeza por pressão de jato de água pelo motor; (C) Corte por serras diamantadas; (D) Corte parcial dos geodos; (E) corte em chapas e (F) Utilização das chapas em produtos finais.



Fonte: Fotografia da autora

O tingimento da ágata começou em Idar-Oberstein (Alemanha). A ágata proveniente daquele local eram de tom avermelhado, róseo e acastanhado com faixas de cor cinzento-luminosa (SCHUMANN, 2006).

A ágata de coloração cinza à cinza azulada possui porosidade que permite o tingimento uniforme da chapa. Esta variedade é conhecida como ágata Umbu e tem origem somente nas jazidas da região do Salto do Jacuí (FRONDEL, 1962; HEEMANN, 2005). Os geodos de ágata, que são processados normalmente por corte em chapas, são submetidos à um tratamento termoquímico conhecido como tingimento. As amostras de ágata que são consideradas pouco atrativas visualmente são tingidas para realçar as características ópticas das gemas. Antes do processo de coloração, os geodos de ágata são cortados, então as chapas são limpas num banho de ácido e polidas. O tingimento ocorre quando existe a infiltração de produtos químicos na porosidade dos intergrãos, produzindo cores diferentes nas bandas do material gemológico (COSTENARO,2005). Diz-se que as jazidas sul-americanas produz ágata de cor cinzenta que muitas vezes não têm desenhos, à primeira vista e que para revelar as estruturas e colorações é necessário tingi-las (SCHUMANN, 2006).

Antes do tingimento é feita a classificação e separação de chapas de ágata: o corante escolhido depende da sua cor original. Cada cor tem o processo e materiais específicos. Brum & Silva (2010) trazem as cores azul, verde, vermelho, rosa, roxo e verde-claro como as cores mais utilizadas para o tingimento. São oito dias de processo para o tingimento orgânico e vinte dias para o processo de tingimento inorgânico. O quadro 1 mostra os dois padrões existentes para coloração de acordo com Silva, Petter, Schneider (2007).

Quadro 1: Processos de tingimento

Tingimento Orgânico	Tingimento Inorgânico
Verde	Verde
Solução aquosa de ácido crômico e cloreto de amônia. Após, procede-se à queima em temperatura de 150° a 300°C.	Solução aquosa do corante Verde Brillhante.
Vermelha	Vermelha
Solução aquosa de ácido nítrico, perclorato de ferro e sucata de ferro. Após, procede-se à queima em temperatura de 150° a 240°C.	Solução alcoólica de uma mistura dos corantes Rodamina B (produto orgânico em forma de cristais esverdeados ou pó vermelho-violeta) e Laranja Básico.
Azul	Rosa
Solução aquosa, contendo ferrocianeto de potássio. Posteriormente, coloca-se em um banho de ácido sulfúrico comercial fervente. O ácido sulfúrico comercial, fórmula química H ₂ SO ₄ , contém impurezas e cor escura.	Solução alcoólica do corante Rodamina B.
Preto	Roxo
Imersão da ágata em uma calda aquecida de açúcar. Após coloca-se em um banho de ácido sulfúrico comercial fervente. Depois as peças são levadas à mufla para queima em temperatura entre 150° a 200°C.	Solução alcoólica do corante Cristal Violeta.

Fonte: SILVA, PETTER, SCHNEIDER (2007) Adaptação da autora.

A autora realizou uma visita ao SENAI, Soledade, esta visita guiada por Samuel Landin trouxe informações sobre os locais/processos de beneficiamento das gemas e gerou registros fotográficos próprios do autor.

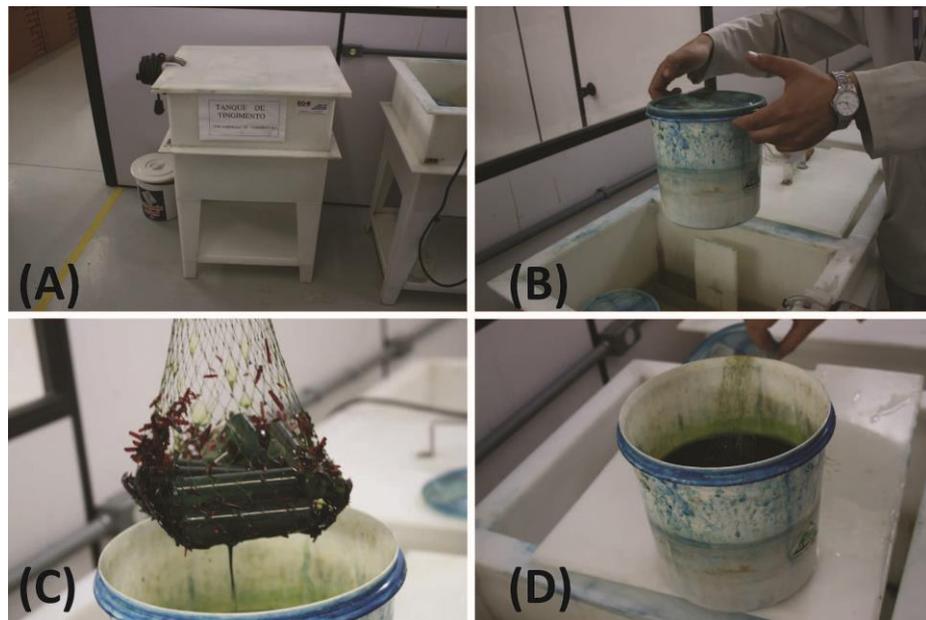
O processo de tingimento pode ser feito utilizando dois tipos de corante: origem orgânico (Figura 35) e origem inorgânico (Figura 36). O corante de origem orgânica é mais afetado pelos raios ultravioleta e com o tempo, a anilina utilizada no tingimento perde a tonalidade original. Ao utilizar o corante inorgânico, que é menos sensível aos raios ultravioleta, a coloração permanece por mais tempo na chapa de ágata.

Figura 35: Corantes orgânicos



Fonte: Fotografia da autora

Figura 36: (A) Local de armazenamento do recipiente com a ágata e o corante (B) Recipiente fechado (C) Ágata fora da imersão (D) Líquido aquoso de coloração Verde Brilhante

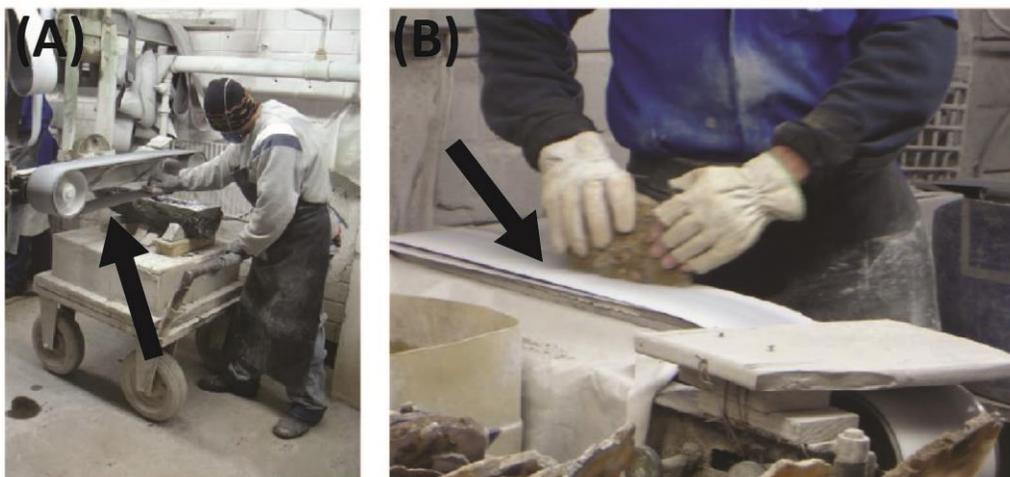


Fonte: Fotografia da autora

É interessante relatar uma experiência realizada no SENAI sobre uma amostra de ágata tingida com um corante orgânico, metade de uma das faces foi aplicado um protetor solar de fator 30. Após algumas horas exposto à luz solar, obtive como resultado metade da face com descoloração maior que a face protegida. A face com protetor solar estava com uma coloração próxima à coloração inicial.

A última etapa do processo de beneficiamento é o acabamento (Figura 8A), ou lixamento e polimento. Nesta etapa as chapas de ágata são usinadas em lixadeiras, manualmente. Uma substância chamada carbureto de silício é adicionada à superfície da lixa para melhor acabamento. É possível realizar este processo adicionando gotas de água dispostas por mangueiras para evitar aquecimento das chapas de ágata devido à fricção contra a superfície de lixa (TUBINO, 2008). O polimento (Figura 37B) é realizado com a utilização de um disco de feltro de algodão, friccionando a chapa contra o disco por alguns minutos para garantir o brilho (COSTENARO, 2005).

Figuras 37: A) Lixamento e B) Polimento de chapas de ágata.



Fonte: Modificado de IPAR (2011)

Serão abordados os procedimentos existentes possíveis para a utilização no desenvolvimento deste projeto. Será foco de estudo o equipamento de corte por jato d'água e seu funcionamento, usinagem CNC e gravação a laser. No município de Soledade se encontra o Centro Tecnológico de Pedras, Gemas e Joias do Rio Grande do Sul (CTPGJRS), é um convênio firmado entre o Ministério da Ciência e Tecnologia, do Governo Federal, o Município de Soledade e a Universidade de Passo Fundo. Este Centro Tecnológico é detentor de equipamentos tecnológicos e presta serviços como especialização de profissionais no setor, desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica para empresários interessados em novos meios de produção. O CTPGJRS é visto como um modelo de integração do setor extrativista na área de pedras, gemas e joias do Rio Grande do Sul e envolve o meio empresarial, as instituições de ensino e a participação do poder público no desenvolvimento de novas tecnologias.

Novos estudos de tecnologias, referentes ao tratamento de ágata, são comumente voltados para a área da joalheria como: pesquisa voltada ao estudo de usinagem CNC em opala, para desenvolvimento de camafeus (TESSMANN, 2009); utilização do processo de corte e gravação a laser em materiais naturais no desenvolvimento de joias inspiradas na cultura gaúcha (GABERT, 2010) e corte de chapas espessas (10 mm) de chapas de ágata para processo de

fabricação de anéis (SILVA, 2013). Uma pesquisa foi realizada voltada à inovação na área de design de superfície, utilizando chapas de ágata para produção de painéis (Silveira, 2011).

O equipamento de corte por jato d'água realiza a usinagem do material utilizando jato de água adicionado de abrasivos. Os materiais minerais como a ágata possuem média a alta dureza, o que significa que são frágeis e ao entrarem em contato com alguma ferramenta de maquinário, pode resultar fraturas no material. O equipamento de corte por jato d'água é indicado, pois a ferramenta de corte é a água + abrasivos. É uma tecnologia de alta precisão, com boa qualidade de acabamento e o material em foco, a ágata, permite contato com a água. (SILVEIRA, 2011). A força do impacto que o jato de água + abrasivo, com alta precisão exerce na superfície de contato do material supera a tensão de compressão entre as moléculas do material, resultando no corte da peça (BARP, 2009). O equipamento da marca Jet Tek WaterJet (Figura 38) pode ser encontrado no CTPGJRS.

Figura 38: Equipamento de usinagem por jato d'água



Fonte: Fotografia da autora

A água utilizada pelo equipamento é misturada a um abrasivo, podendo ser areia ou granada (sozinho também pode ser utilizado como ferramenta de corte). No equipamento Tek

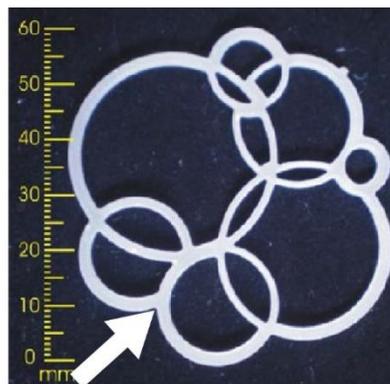
WaterJet é utilizado granada que é responsável por 90% do corte, e 10% a água. O jato de água tem diâmetro de 0,8 mm e a pressão pode chegar a 400 Mpa com uma velocidade máxima aproximada a 900 m/s (SILVEIRA,2011). Este equipamento permite qualquer tipo de corte bidimensional, com formas vazadas e complexas que não são possíveis de fabricação manual (SILVA, *et. al.*, 2010)

Groover (2006) traz importância para a distância entre a abertura do jato de água e a superfície de trabalho. É necessário que essa distância seja pequena, em torno de 3,2 mm com o objetivo de minimizar a dispersão de fluxo de líquido antes de atingir a superfície. O diâmetro do bocal deve estar entre 0,1 a 0,4 mm para que o fluxo da água seja fino. A velocidade do avanço de corte varia de 5 mm/s à 500 m/s de acordo com a espessura do material (GROOVER, 1996).

Barp (2009) conclui que a espessura mínima da chapa de água adequada ao corte por jato d'água para formas geométricas simples e complexas é de 3,5 mm. Para chapas que requerem detalhes pequenos, é necessária a medida mínima de 2 mm.

O estudo realizado por Barp (2009) mostra a utilização desta tecnologia na água para desenvolver produtos com formas complexas, ampliando a possibilidade de desenvolvimento de novos produtos com formas diferenciadas. Abaixo (Fig. 39), um dos resultados do estudo realizado por Barp (2009).

Figura 39: Forma complexa composta por círculos vazados



Fonte: BARP (2009) Adaptação da autora

Os parâmetros definidos pelo estudo de Silveira (2011) para usinagem por jato d'água em ágata:

- a) Velocidade de 240 mm/min, *offset* de 0,3 mm e *fillet* de 1 mm para chapas de 3 a 4 mm de espessura.
- b) Velocidade de 180 mm/min, *offset* de 0,2 mm e *fillet* de 1 mm para as chapas de 5 a 6 mm de espessura.

Figura 40: Painel de módulos de ágata, resultado da junção de módulos de ágata cortados por jato d'água.



Fonte: SILVEIRA (2011) Adaptação da autora

O laser (Light Amplified by Stimulated Emission Radiation) é um processo tecnológico com alto grau de detalhamento nas peças, sendo possível o corte e a gravação (BAGNATO, 2008; HECHT & TERESI, 1998). É um instrumento que faz uso da luz ao invés da energia mecânica. Existem três tipos principais de laser: gasoso, sólido e líquido (HECHT & TERESI, 1998).

O laser é um processo mais preciso que outros meios mecânicos, pois ele vaporiza o material no local do corte, dando tempo para o material vaporizado escapar, evitando assim a

criação de obstáculos para o próprio feixe de luz. O corte feito a laser apresenta uma borda mais limpa e precisa que os cortes efetuados por brocas, como as utilizadas em usinagem CNC.

O equipamento de laser (Figura 41) utilizado para gravação pelo CTPGJRS é da marca Mira, da empresa Automatisa Sistemas. O meio ativo deste equipamento para geração de radiação é gasoso, CO₂ dopado com N, com potência máxima de 30W e a área de trabalho da lente é de 20 cm X 20 cm - 400cm² (CIDADE, 2012). Este equipamento não é apropriado para o corte de materiais gemológicos, porém, o processo de gravação em ágata está devidamente padronizado (Cidade, 2012).

Figura 41: Equipamento de gravação a laser



Fonte: Fotografia da autora

O Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM-UFRGS) também possui um equipamento de corte e gravação a laser de mesmo modelo Mira®, porém sua potência máxima é 60W. Os dados disponibilizados pelo site da empresa Automatisa, mostram que com este equipamento é possível gravar e cortar diversos materiais como couro, madeira, papel, ossos,

chifres e polímeros (SILVEIRA, 2011). O laser deste laboratório possui lentes com área de trabalho de 30 X 30 cm (900 cm²) e 10 X 10 cm, esta lente é do tipo convexa – côncava (CIDADE, 2012) (<http://www.automatisa.com.br>).

No processo de gravação da ágata, utilizando o equipamento laser, é produzido um material vitrificado de coloração branca proveniente do aquecimento, fusão e solidificação que ocorrem em centésimos de segundo (DUARTE *et al.*, 2010c; DUARTE *et al.*, 2010b; CIDADE *et al.*, 2011). Estudos de interação entre o laser e a ágata a partir de dois métodos de investigação: criação de formas gráficas para a gravação e a utilização de dois tipos de exportação de arquivos. (Cidade, 2012). Nestes estudos, os métodos foram aplicados em ágata com e sem tingimento.

O primeiro tipo de exportação de arquivo, o .plt – arquivo de plotadora HPGL, foi gerado no programa CorelDRAW X4, um software de desenho vetorial bidimensional. O segundo tipo de exportação de arquivo, o jpeg – *Joint Photographic Experts Group*. A composição de uma imagem na extensão jpeg consiste em utilizar um conjunto de pixels que se alinham por linhas e colunas. Resolução é o termo dado para a quantidade de pixels por unidade física de uma imagem, e é medida em dpi (*dot per inch* ou pixels por polegada). Para obter uma maior qualidade de imagem, se faz necessário ter uma resolução maior, ou seja, ter mais pontos sendo utilizados para determinar a imagem (MARTINS, 2013).

Alguns dos resultados do estudo realizado por Cidade (2012) utilizando o laser do LdSM – UFRGS e exportação de arquivo do tipo .plt. (figura 42) (figura 43)

Figura 42: Joia 1 utilizando ágata gravada a laser



Fonte: CIDADE (2012) Adaptação da autora

Figura 43: Joia 2 utilizando ágata gravada a laser



Fonte: CIDADE (2012) Adaptação da autora

A usinagem em CNC consiste conferir a uma peça a forma, dimensão e acabamento especificado removendo o material através de uma ferramenta apropriada para o resultado desejado (FERRARESI, 1973).

Antes de começar o processo é necessário estabelecer a estratégia de usinagem, criando uma orientação dos passos que o equipamento seguirá durante a usinagem. O movimento de corte é o movimento vertical entre a peça e a ferramenta escolhida, o movimento de avanço é o

movimento horizontal entre a peça e a ferramenta. Quando os dois movimentos são combinados, a remoção repetida ou contínua de cavaco acontece (FERRARESI, 1973).

A utilização desta tecnologia possibilita a produção de objetos inovadores, possivelmente produzidos em série, se a criatividade for combinada com o conhecimento da técnica. O processo de usinagem também permite a reprodução de desenhos e formas detalhados com grande precisão (TESSMANN, 2009).

O Laboratório de Design e Seleção de Materiais possui um equipamento de usinagem CNC (Figura 44) de marca Tecnodrill, modelo Digimill 3D (SILVEIRA, 2011). É um equipamento híbrido, pois possui dois cabeçotes, um para usinagem e outro para digitalização chamado conoscópico. O CNC possui três lentes: 25mm, 75mm e 100mm e normalmente é utilizada a lente de 100mm devido à grande faixa de trabalho. (SILVA, F. P., 2006).

Figura 44: Equipamento CNC do LdSM



Fonte: SILVEIRA (2011) Adaptação da autora

4.2. Painel de produtos

Lobach (2001) trata sua metodologia como um caminho em que pode voltar alguns passos para trás e rever e mudar estes passos. A partir das definições estabelecidas ao longo da coleta de informações, um novo painel de imagens é formado para auxílio da visualização do conceito

e outro painel é formado com junções e cravações que remetam à joalheria para auxiliar na criação da luminária. No primeiro painel são encontradas imagens que inspirem sofisticação, luxo, objetos tratado como joia, objetos de desejo, estilo de vida de luxo. No segundo painel são encontrados produtos para inspiração, produtos cujas formas, encaixes, junções ativem novas ideias para novas alternativas de produto.

4.2.1. painel para visualização do conceito luxo

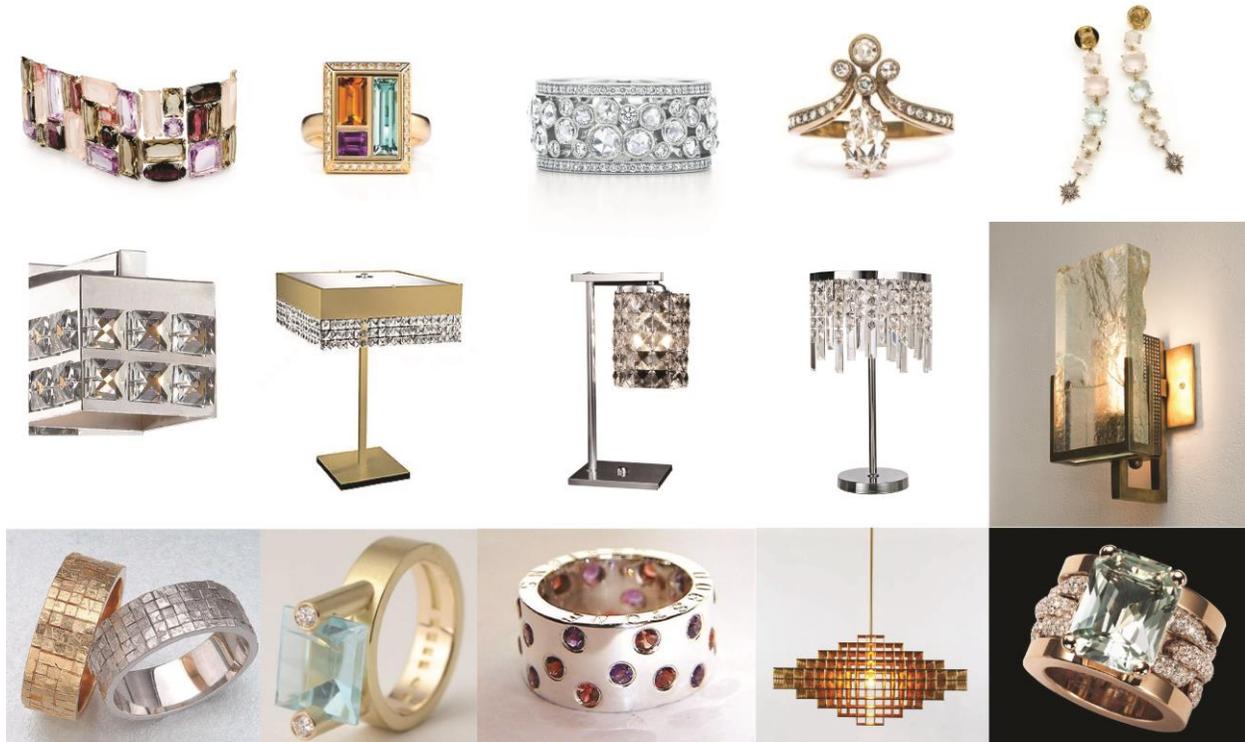
Figura 45: Painel de Conceito Luxo



Fonte Autor

4.2.2. painel para inspiração do produto

Figura 46: Painel de produtos para inspiração



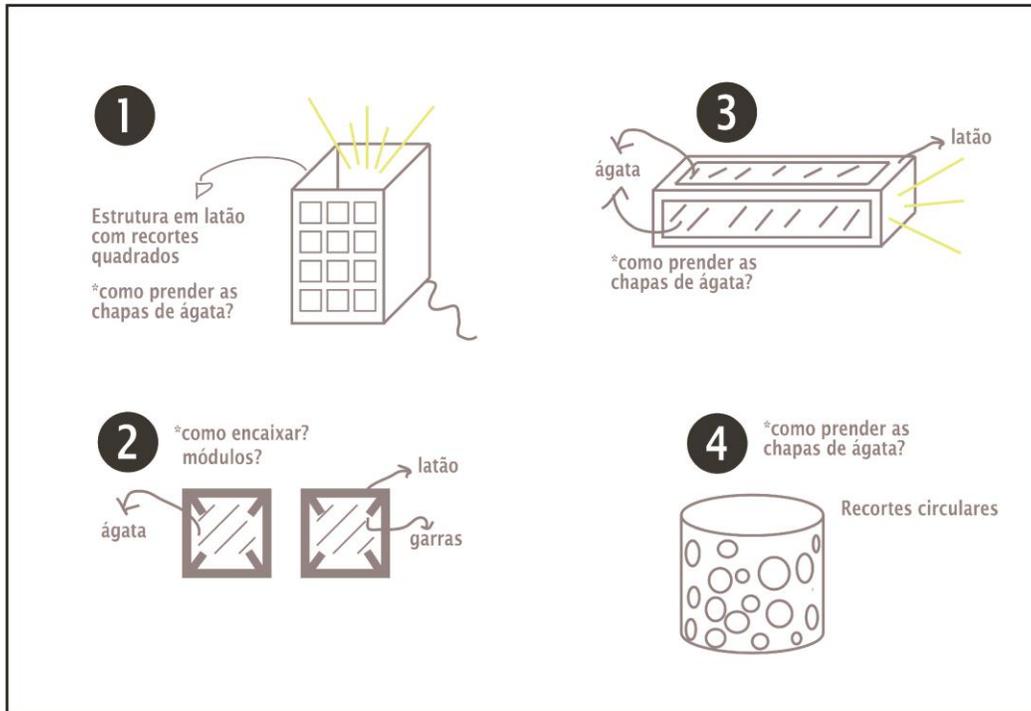
Fonte: Autor

5. GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Após a finalização da primeira etapa do processo de design, é na segunda fase que as alternativas são criadas. Esta segunda fase é a fase de produção de ideias, fase em que a mente precisa trabalhar livremente, sem restrições. Existem alguns métodos solucionadores de problemas: Tentativa e erro ou aguardar a inspiração. É importante que as ideias não sofram julgamentos, é necessária uma certa liberdade na procura das alternativas possíveis para a resolução do problema. Esta fase é importante para o designer preparar esboços de ideias, sendo assim possível coletar alternativas com combinações novas e em seguida passar para a fase da avaliação (LOBACH, 2001).

A seguir desenhos iniciais geradas a partir dos painéis de inspirações (figura 47).

Figura 47



Fonte: Ilustrações da autora

6. AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

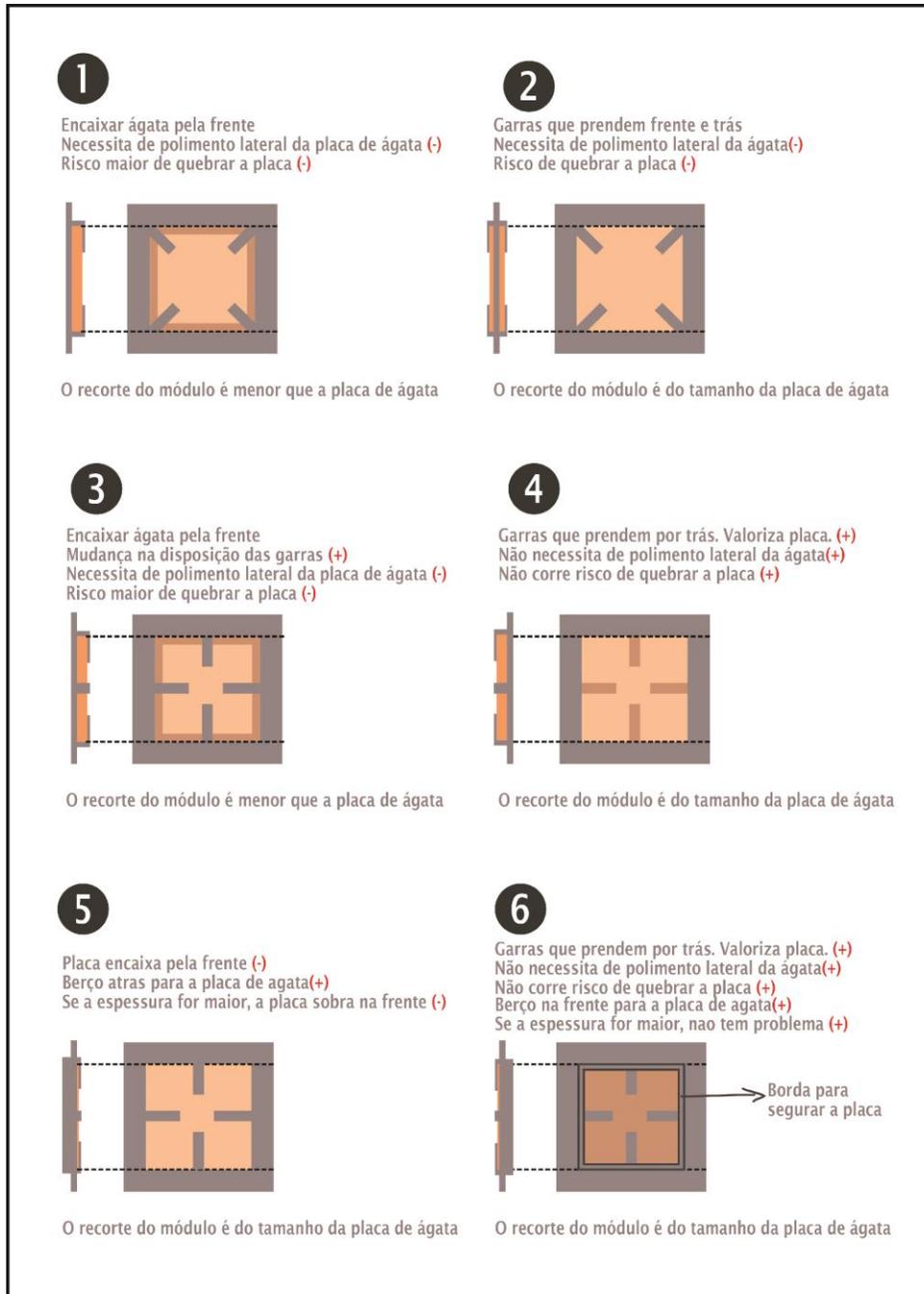
6.1. Processo de seleção e avaliação

Na geração de alternativas são feitas todas as ideias por meio de esboços, eles poderão ser comparados entre si na fase de avaliação, entre estas alternativas é possível encontrar qual é a solução mais plausível. (LOBACH, 2001).

Após fazer os sketches de algumas ideias, ficou clara a necessidade do projeto transmitir uniformidade da forma porém variedade nas diferentes placas de ágata, o conceito de joia é buscar aspectos físicos que remetam à joias. A alternativa 2 é a alternativa que se destaca e segue para o próximo passo de refinamento.

A seguir as soluções geradas a partir dos desenhos iniciais (figura 48).

Figura 48: Alternativa aperfeiçoada

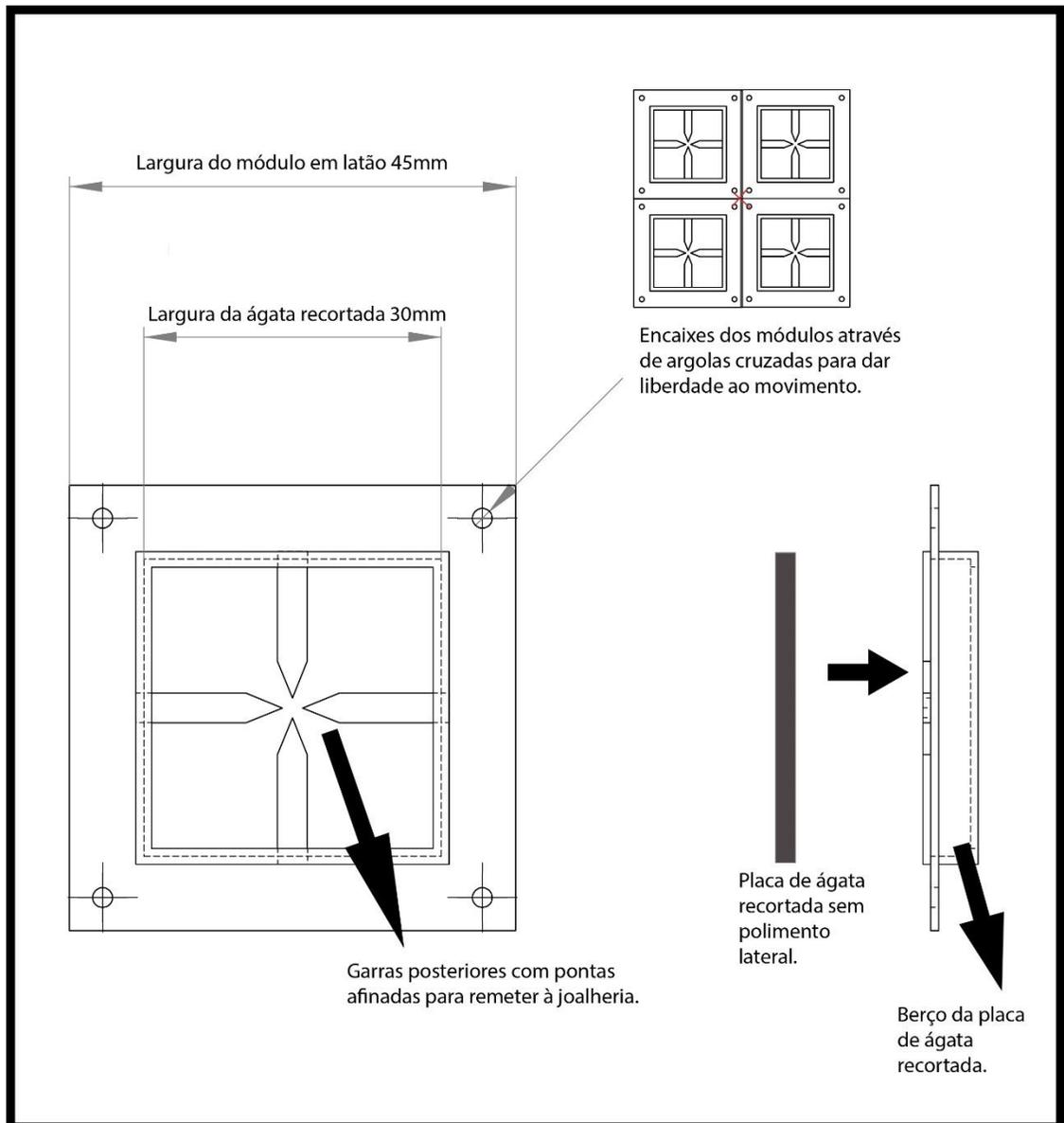


Fonte: Ilustrações da autora

7. REALIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DO PROBLEMA

Esta é a fase da materialização da alternativa escolhida. Ela deve ser revista mais uma vez, retocada e aperfeiçoada. Muitas vezes esta alternativa final não é nenhuma das alternativas, e sim uma combinação das características boas encontradas em várias alternativas. Nesta fase é determinada a estrutura e dimensões físicas (LOBACH, 2001).

Figura 49: Definições finais

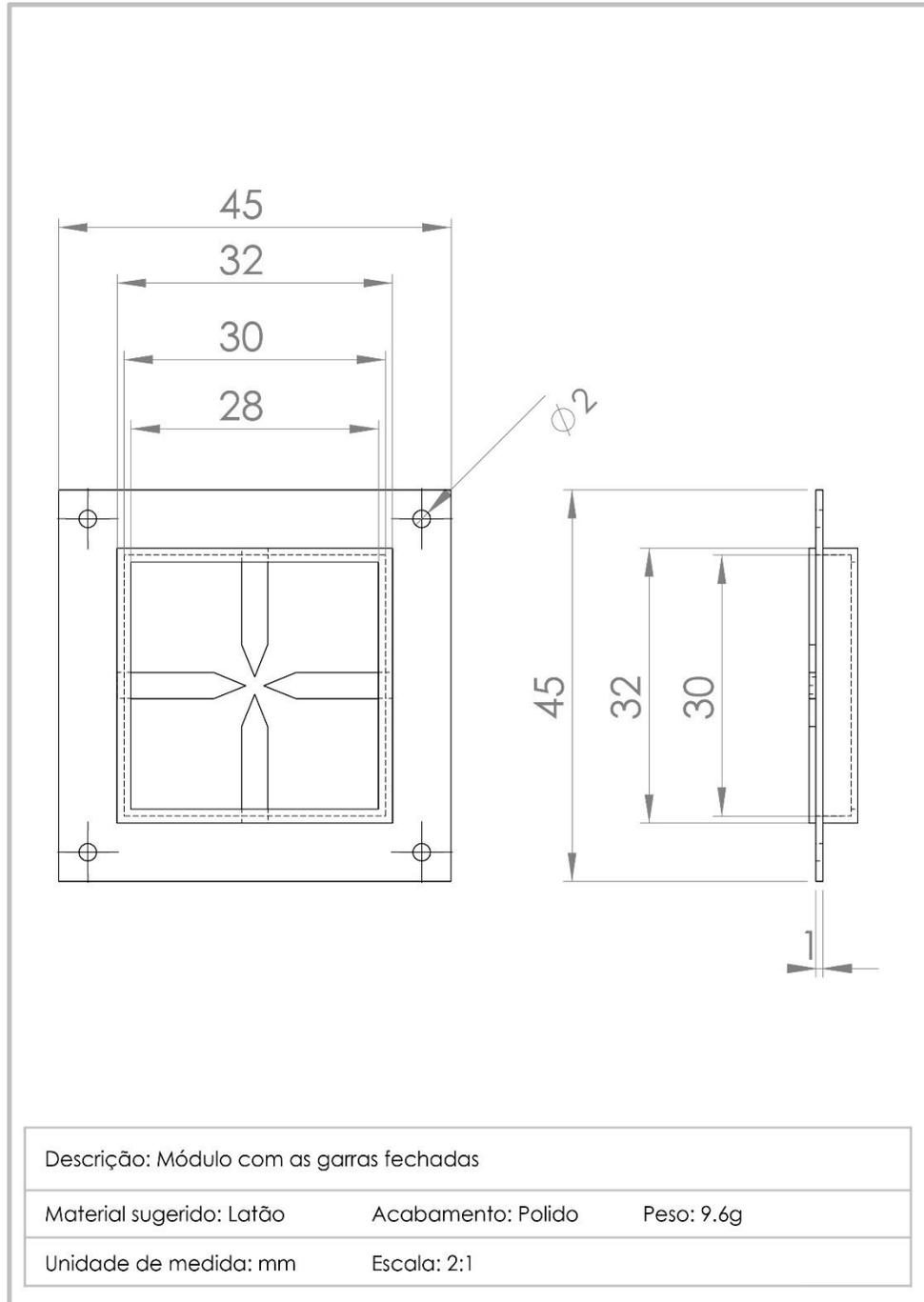


Fonte: Autora

7.1. Especificações

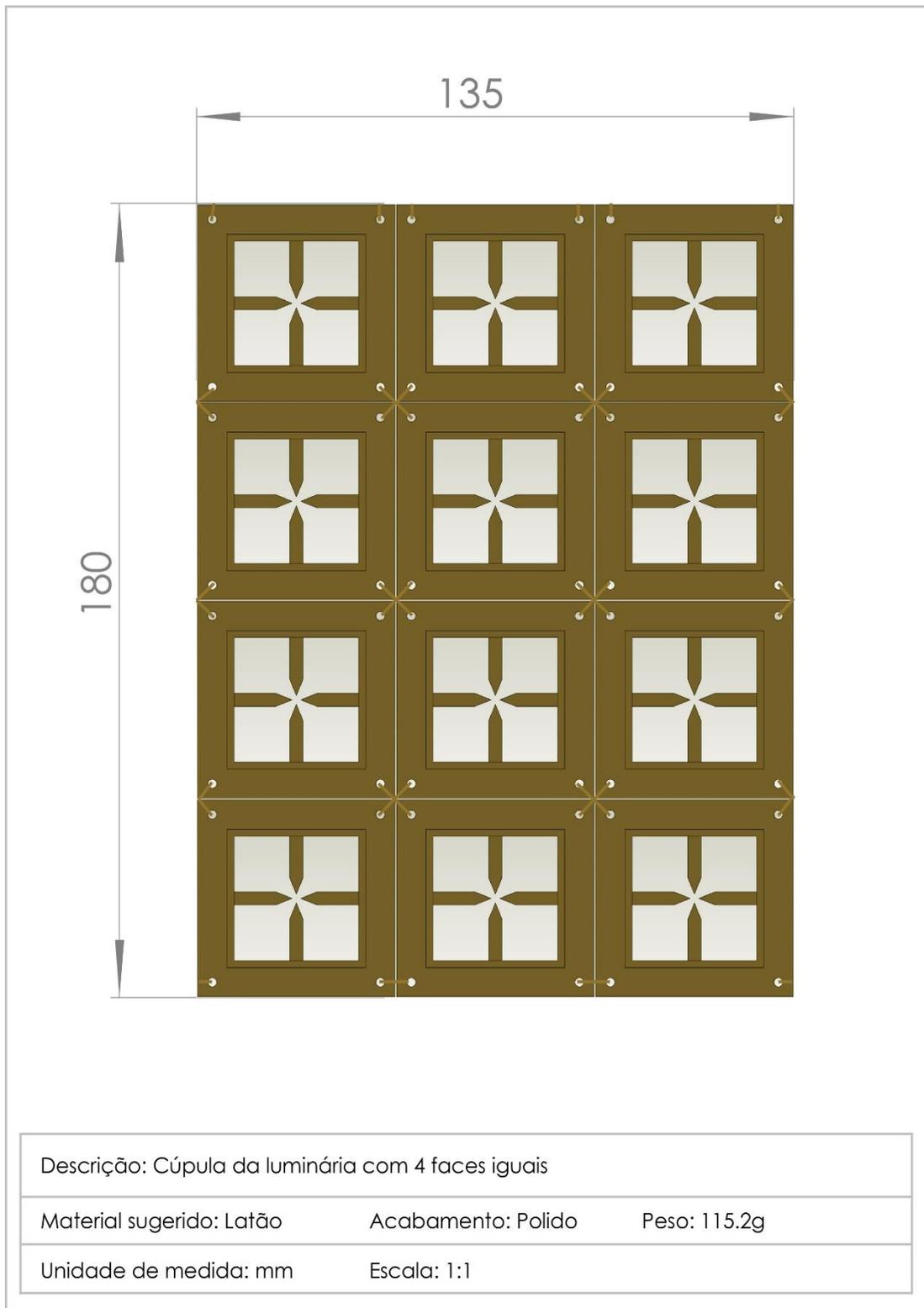
As próximas figuras (figura 50 e 51) se referem às fichas técnicas contendo informações quanto às dimensões e materiais.

Figura 50: Ficha técnica do módulo de latão



Fonte: Autora

Figura 51: Ficha técnica da cúpula da luminária



Fonte: Autora

7.1.1 modelagem 3D

Figura 52: Modelagem 3D da luminária



Fonte: Fotografia da autora

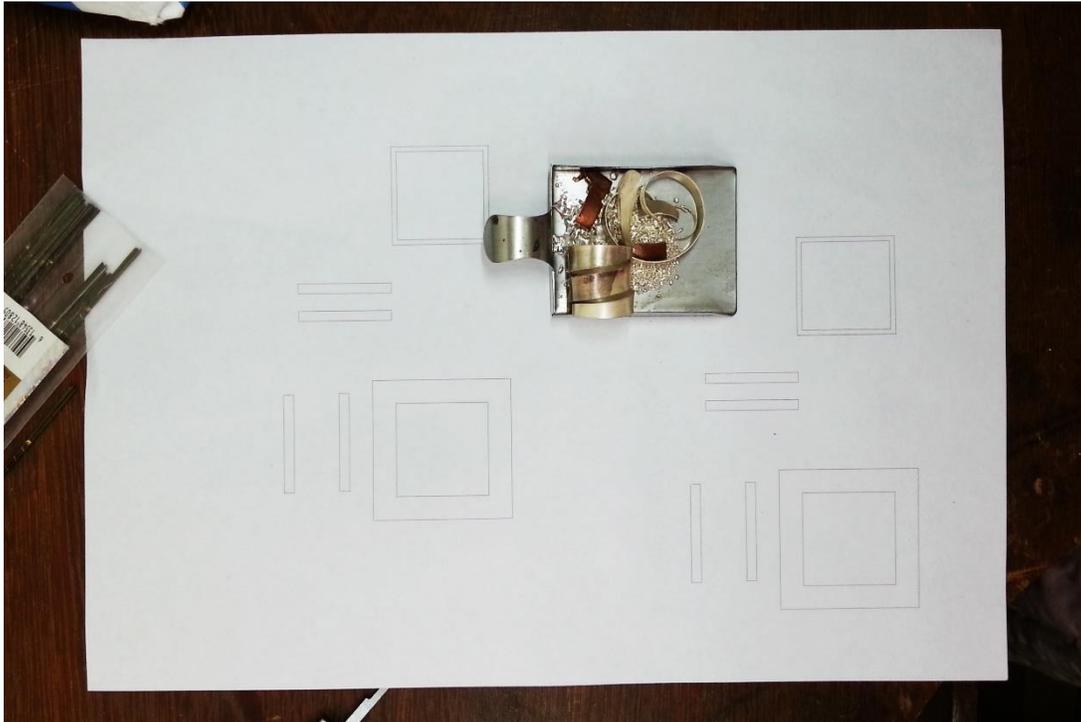
7.2. Prototipagem

7.2.1. manufatura do módulo em prata

A liga de prata utilizada foi 950 (95% de prata e 5% de cobre) e este material foi escolhido para produzir o módulo pois é um material macio e fácil de se trabalhar. Este módulo de prata irá servir como modelo para a fabricação do silicone que servirá para a produção em série das peças.

As especificações técnicas foram impressas em uma folha A4 para confecção do módulo em prata. Os perfis que foram impressos serão recortados e transferidos à uma placa de prata para recorte.

Figura 53



Fonte: Fotografia da autora

Foram utilizados 30g da liga 750 para fazer os recortes para o módulo modelo. O primeiro passo foi fundir a prata ao cobre para obter esta liga. No processo de fundição (Figura XX lado esquerdo) é utilizado o cadinho 1 (vasilhame refratário de cerâmica para depositar metais), a lingoteira 2 (o lugar onde o metal é despejado após fundir no cadinho) e o maçarico. 3. Ao lado direito da figura a prata já fundida e a placa de ágata cortada.

Figura 54



Fonte: Fotografia da autora

Após a fundição, a prata é passada em um laminador onde será achatada para formar a placa de prata. O processo de laminação consiste em utilizar o laminador e a cada duas ou três passadas no equipamento, reaquecer a prata com um maçarico menor. Esta etapa é feita até obter a espessura desejada.

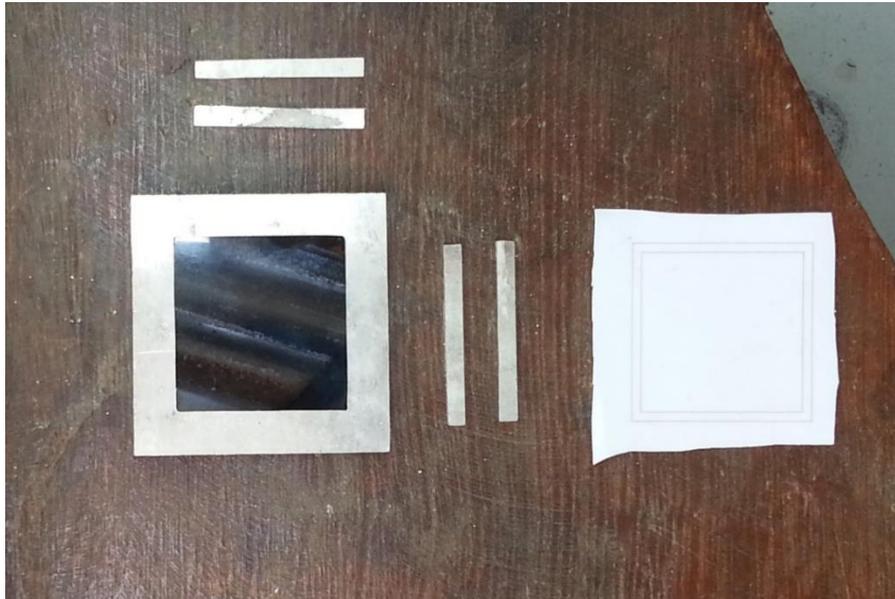
Figura 55



Fonte: Fotografia da autora

A placa foi recortada nas especificações do módulo e o próximo passo foi soldar.

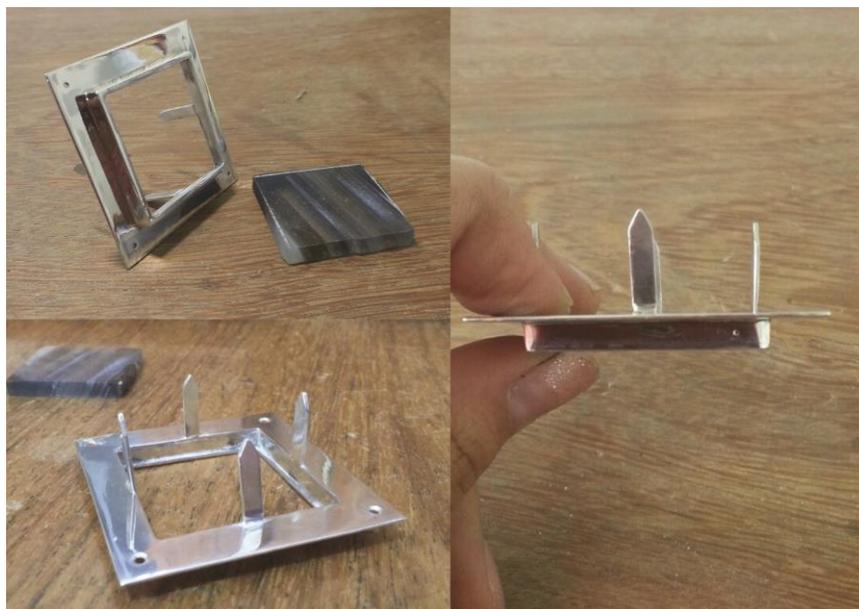
Figura 56



Fonte: Fotografia da autora

O módulo finalizado com acabamento polido, com peso de 16.6g e seu custo material é de R\$ 45,22.

Figura 57



Fonte: Fotografias da autora

7.2.2. processo de fundição por cera perdida

O processo de fundição por cera perdida é bastante utilizado na joalheria, nesse processo um modelo de cera é transformado em metal após ser incluído em um refratário à base de gesso ou silicato. Este refratário é colocado em um forno e após o cozimento, com a alta temperatura do forno, a cera é derretida obtendo um interior vazio com o formato do molde onde será preenchido pelo metal. (SALEM, 2000)

De acordo com Salem (2000), o primeiro passo é criar um molde de silicone feito a partir de uma matriz de metal chamada vulcanizadora. A peça de prata (figura 58) é utilizada como modelo para este molde que terá como objetivo reproduzir a peça em cera por quantas vezes necessário. O passo seguinte foi reproduzir as 80 peças em cera (figura 59).

Figura 58



Fonte: Fotografia da autora

Figura 59



Fonte: Fotografia da autora

Após obter as peças em cera, foi montada a árvore quente, repleta de modelos ligados a um tubo de cera central (“caule”)(figura 60). No processo de sucção, esta árvore é envolta por um tubo especial para sucção. Este processo é um processo simples porém difícil pois trabalha-se com o fluxo de ar no exato momento da fundição, o que pode ocasionar formação de óxidos indesejáveis se não realizado com perfeição (SALEM,2000).

Figura 60



Fonte: Fotografia da autora

A foto abaixo (figura 61) mostra as peças prontas em latão ainda na árvore.

Figura 61



Fonte: Fotografia da autora

Os módulos em latão custaram em torno de 13 reais cada peça, sem acabamento. Foram encomendados 48 módulos e somando o valor de R\$ 30,00 da borracha, o valor total gasto foi R\$ 654,00.

Figura 62



Fonte: Fotografia da autora

7.2.3. corte das chapas de ágata

Foram cortadas 48 chapas de ágata na máquina de corte a jato d'água do CTPEDRAS. O custo hora/máquina é equivalente a R\$100,00.

Para cortar as placas de ágata na máquina de corte a jato d'água é necessário que as placas sejam presas em uma base única. Esta base de madeira permite o corte sequencial das placas, após prender todas as placas, esta base é posicionada na máquina e então é feito o corte. As placas são presas através de parafusos que pressionam a borda da placa contra a base de madeira. A seguir, as figuras retratam os passos mencionados acima.

Figura 62: Placas de ágata sendo parafusadas na base



Fonte: Fotografia da autora

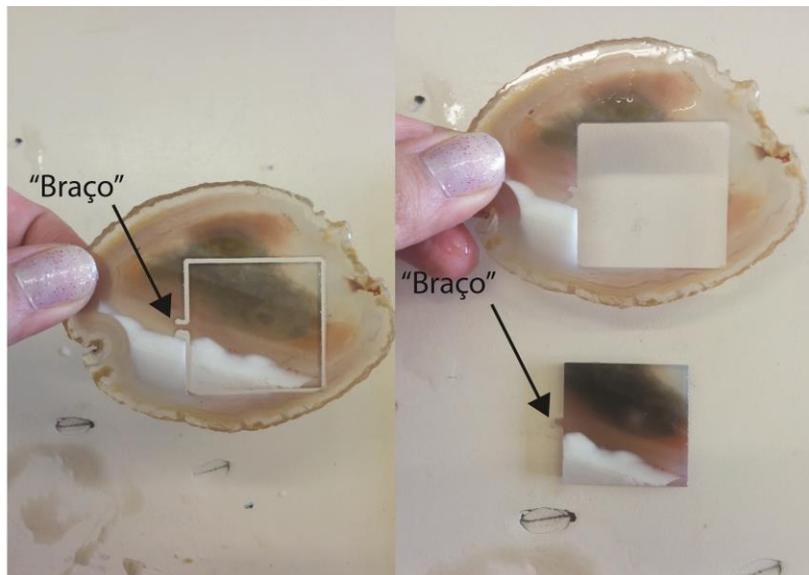
Figura 63: Base de madeira pronta



Fonte: Fotografia da autora

As placas de ágata foram recortadas em quadrados de 3X3 cm. Cada placa de ágata possui uma espessura diferente pois foram escolhidas fatiadas. Foi necessário cortar a placa com um “braço” para que quando ocorresse o corte, a parte recortada não caísse para dentro da máquina. Estes braços foram facilmente retirados com o uso de um alicate.

Figura 64: Demonstração do “braço”



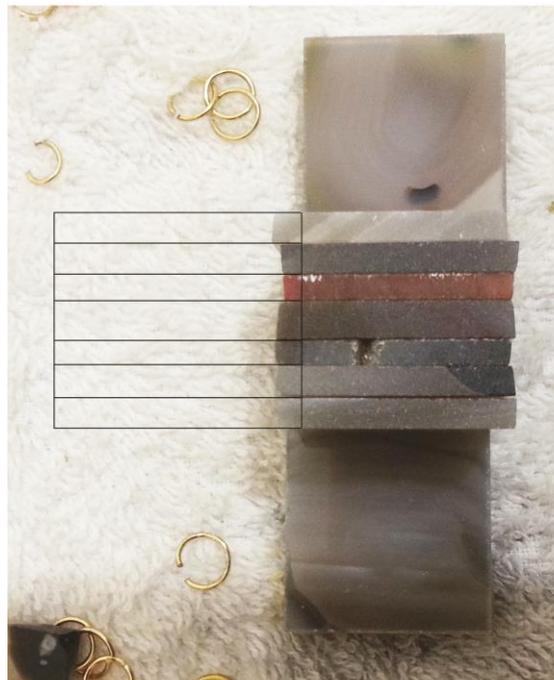
Fonte: Fotografia da autora

Figura 65: Retirada do braço



Fonte: Fotografia da autora

Figura 66: Diferentes espessuras de placas

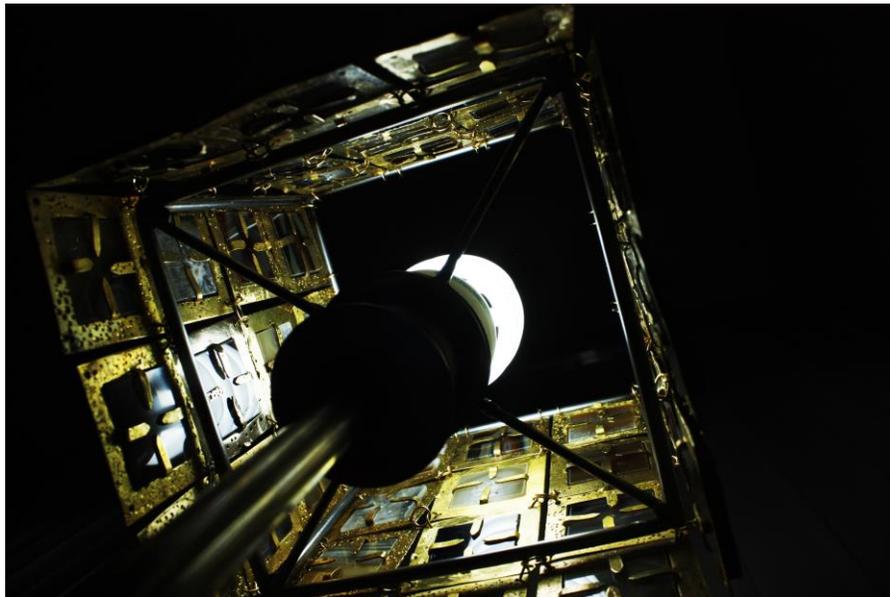


Fonte: Fotografia da autora

7.2.4. estrutura da cúpula

Para o protótipo foi utilizado uma cúpula quadrada de 13,5 cm de profundidade e 13,5 cm de largura. As peças em latão foram presas à essa cúpula por meio de argolas de fio de latão, uma vez que as placas de ágata já estivessem encaixadas nas peças.

Figura 67: Estrutura interna da luminária



Fonte: Fotografia da autora

7.2.5. base da luminária

A base da luminária foi adquirida em um comércio de iluminação e material elétrico pelo valor de R\$34,00.

Figura 68: Base



Fonte: Autor

7.2.6. detalhe da ágata nas peças em latão

Figura 69



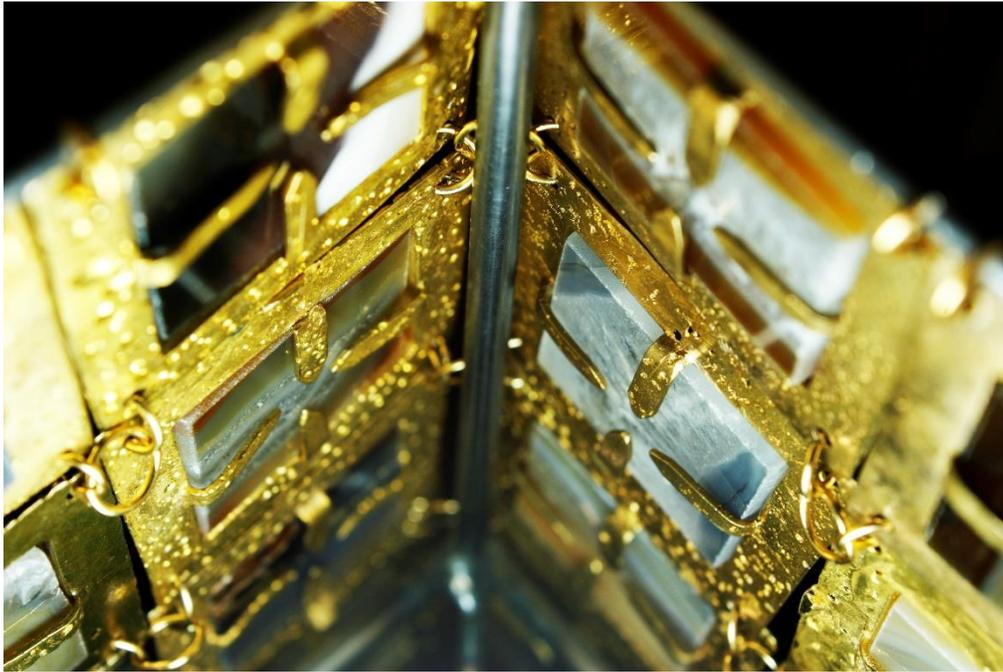
Fonte: Fotografia da autora

Figura 70



Fonte: Fotografia da autora

Figura 71: Garras internas (a)



Fonte: Fotografia da autora

Figura 72: Garras internas (b)



Fonte: Fotografia da autora

Figura 73: Face lateral da luminária acesa



Fonte: Fotografia da autora

7.2.7. ambientação da luminária

Figura 73: Luminária com lâmpada acesa



Fonte: Fotografia da autora

Figura 74: Luminária com lâmpada apagada



Fonte:Fotografia da autora

Figura 75



Fonte: Fotografia da autora

7.2.8. custo total da prototipagem

Módulo em prata	R\$ 32,64
Módulos em latão	R\$ 624,00
Base luminária	R\$ 34,00
Estrutura cúpula	R\$ 25,00
Corte jato d'água	R\$ 240,00
Ágatas	R\$ 51,84
	R\$ 1.007,48

O valor total gasto neste projeto para a produção de um protótipo tamanho real foi de R\$ 1.007,48 reais.

8. Considerações finais

As tecnologias estudadas ao longo do projeto demonstram as inúmeras possibilidades de trabalhar com a ágata, que por ser um material tão duro acabava por se tornar limitado. As pesquisas estudadas mostram como é possível criar com o que já existe e com o que está a nosso alcance.

Ainda há muito para se explorar, existe muito preconceito referente à utilização da ágata como um material de valor. O Rio Grande do Sul necessita de mais projetos que demonstrem o valor real deste material que existe em abundância nesta região. O espaço é muito grande para criação com ágata visto que a tecnologia abre diversas opções de projetos.

A grande diferença em um projeto é a utilização da tecnologia que está sempre aliada ao design, a partir do uso deste binômio foi possível realizar uma alternativa que traz o conceito de luxo e singularidade como resultado.

A compreensão mais profunda das tecnologias existentes, das pesquisas, dos produtos que poderiam ser projetados e relacionados com a ágata, possibilitou o desenvolvimento de um resultado satisfatório ao projeto e pode se afirmar que o objetivo deste projeto, utilização da ágata do Rio Grande do Sul como matéria prima para produção de luminária, foi alcançado ao longo do período de estudo.

9. REFERÊNCIAS

Arranjo Produtivo Local. **O APL**. Disponível em:

< <http://www.portalgemas.com.br/o-apl>>. Acesso em: 27 abr 2014.

BAGNATO, V. S. **Laser e suas aplicações em ciência e tecnologia**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

BATISTI, Vanessa S., TATSCH, Ana L., **O APL gaúcho de gemas e joias: infra-estrutura produtiva, educacional e institucional**. Estudos setoriais, cadeiras produtivas, sistemas locais de produção. Disponível em:

< <http://www.aplicativos.fipe.org.br/enaber/pdf/99.pdf>>. Acesso em: 15 jun 2014.

BARP, D. R. A. **Design e materiais: contribuição ao estudo do processo de corte de ágata por jato d'água em formas complexas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRUM, Irineu A. s. de, SILVA, Rodrigo A. **Sistemas de tingimento de gemas**. In: HARTMANN, Léo A., SILVA, Juliano T. **Tecnologias para o setor de gemas e joias**. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2010.

Catálogo de Artefatos RS 2013. BISINELLA, R. C., FERREIRA, H., FREDO, T., SILVA, J.T. **Artefatos RS 2013**.

CHARLOTTE & FELL, Peter. **1000 Lights**. Editora TASCHEN, 2013.

CIDADE, M. K. **Caracterização e padronização do processo de gravação a laser em ágata aplicado ao design de joias**. Dissertação de mestrado com ênfase em design e tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Rio, Porto Alegre – RS, 2012.

CIDADE, M. K., DUARTE, L. C., KINDLEIN JUNIOR, W. **Caracterização da técnica de gravação a laser em ágata para aplicação em design de produtos**. In: VI Congresso Internacional de Materiales, 2011, Bogotá D. C. Colômbia, 2011.

COSTENARO, Alessandra. **Indústrias de Pedras Preciosas: Um Estudo dos Fatores Competitivos em Empresas de Soledade** – RS. 2005. 95 f. Dissertação. Programa de Pós- Graduação em

Administração, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005. DIMITROV, D. WIJCK, W. SCHREVE, K. BEER, N. **Investigating the achievable accuracy of three dimensional printing.** South Africa. Rapid Prototyping journal. 2005.

DUARTE, L. C., KINDLEIN JUNIOR, W., SILVA, F. P., STURMER, P.G.S, TESSMANN, C.S., SILVEIRA, F. L., CIDADE, M. K., GOMES, L. E. S. **Técnicas inovadoras e materiais naturais em joalheria no Laboratório de Design e Seleção de Materiais** In: Tecnologias para o setor de gemas, joias e mineração. Ed. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, p. 148-164. ,2010 b.

DUARTE, L. C., ROCHA, T. L. A. C., ROLDO, L., KINDLEIN JR.W, CIDADE, M. K., PEDROTTI JUNIOR, S. L. **Design de produto para a ágata: aplicação de microcápsulas fluorescentes em superfícies gravadas a laser.** Design & Tecnologia, v. 1, p. 114-118, 2010 c.

ELETROBRÁS. **Manual de Iluminação Eficiente.** PROCEL, 1ª Ed. Brasil, 2002.

Disponível em:

<<http://www.eletronbras.gov.br/elb/procel/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7BDFD1A9C8-9030-4D35-A899-B80D570B64D1%7D&ServiceInstUID=%7BAE43DA69AD-4278-B9FC-41031DD07B52%7D>>.

Acesso em: 25 ago 2014.

FERRARESI, D. **Curso de usinagem do cobre e suas ligas.** São Paulo: Cebraco, 1987.

GROOVER, M. P. **Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems.** Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1996.

G1. **Feira internacional de artesanato traz joias de Dubai e pedras do Himalaia.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2013/09/feira-internacional-de-artesanato-traz-joias-de-dubai-e-pedras-do-himalaia.html>> Acesso em: 30 jun 2014.

HECH, J. TERESI, D. **Laser light of a million uses.** New York: Editora Dover, 1998.

HEEMANN, R. **Modelagem estrutural e tridimensional para a prospecção e avaliação dos depósitos de ágata e do Distrito Mineiro de Salto do Jacuí (RS).** Porto Alegre. 2005. F.157. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Minerais. PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

IBGM. **O Setor de Gemas e Joias no Brasil**. Brasília: Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM). 2008.

IMAGINARIUM. **Cubo Magia Luminária**. Disponível em:
<<http://www.imaginarium.com.br/>> Acesso: 02 jul 2014

IPAR. C.E.A.L. **Desenvolvimento de matéria-prima para impressão tridimensional a partir de rejeitos gemológicos de ágata**. 2011. 90f. Dissertação (Mestrado em Design e Tecnologia) – Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

ITAARTE. **Produtos**. Disponível em:
<<http://www.itaarte.com.br/2009/projetos.php>> Acesso: 02 jul 2014.

IWASHITA, Juliana. **Eficiência energética em sistemas de iluminação de interiores: análise de luminárias comerciais**. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Disponível em :

< http://www.pea.usp.br/grupos/gepea/dissertacaojuliana_gestaodeenergia.pdf>
Acesso em: 30 set 2014

JUCHEM, P. L., STRIEDER, A. J., HARTMANN, L. A., BRUM, T. M. M., PULZ, G. M., DUARTE, L. C. **Geologia e mineralogia das gemas do Rio Grande do Sul**. In: Roberto Lanuzzi, José Carlos Frantz. (Org.). 50 Anos de Geologia. Porto Alegre: Editora Comunicação e Identidade, 2007.

JUCHEM, Pedro. L., BRUM, Tânia M. M., FISCHER, Adriane C., LICCARDO, Antonio, CHODUR, Nelson L. **Potencial Gemológico da Região Sul do Brasil. I Seminário sobre Design e Gemologia de Pedras, Gemas e Joias do Rio Grande do Sul**. Anais. Soledade, 2009

JUCHEM, Pedro. L., BRUM, Tânia M. RIPPOLI, Victor. **O Laboratório de Gemologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. In: HARTMANN, Léo A.; SILVA, Juliano T. Tecnologias para o setor de gemas e joias. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2010, p 133- 147.

LITHOS DESIGN. **Projetscs**. Disponível em:
< <http://www.lithosdesign.com/en/progetti.aspx> >. Acesso em: 27 abr 2014.

LAMBERT, R; PEREIRA, F; DUTRA, L. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Ed. PW, 1ª ed. São Paulo, 1997.

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

MARTINS, Nelson. **A imagem digital na editoração: manipulação, conversão e fechamento ode arquivos**. Rio de Janeiro: Editora SENAC Nacional, 2003.

MORAES, J. CASTRO M. E MORAIS L. **Design de Luminárias: Estudo dos componentes constituintes visando recomendações de projeto**. Alagoas. 2010.

NIEMEYER. 1998.

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

SALEM, Carlos. **Joias, o segredo da técnica**. Editora Parma, 2000.

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

SILVA, F. P. **O uso da digitalização tridimensional a laser no desenvolvimento e caracterização de texturas aplicadas ao design de produtos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

SILVA, J. T. HARTMANN, L. A. HAUSCHILD, C. A. **O centro tecnológico de pedras, gemas e joias do Rio Grande do Sul no ambiente de um arranjo produtivo local**. HARTMANN, L. A. SILVA, J. T. **Tecnologias para o setor de gemas, joias e mineração**. Porto Alegre: IGEO/ UFRGS, 2010.

SILVA, K. R. **Design e tecnologia: Fabricação de anéis em ágata por corte de jato d'água**. 2013. Dissertação (Mestrado em Design & Tecnologia) – Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

SILVA, R. A. PETTER, C. O. SCHNEIDER, I. A. H. **Avaliação da perda da coloração artificial das ágatas**. Revista Escola de Minas. Ouro Preto. V. 60 (3). 2007

SILVEIRA, F. L. **Uso de usinagem por jato d'água, usinagem por controle numérico computadorizado e corte a laser no Design de superfícies tácteis a partir de padrões modulares encaixáveis em ágata e cedro.** 2011. Dissertação (Mestrado em Design & Tecnologia) – Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

TESSMANN, C. S. **Importância do binômio design e engenharia no beneficiamento de rejeitos minerais de opada e ágata na produção de camafeus por usinagem CNC.** 2009. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TUBINO, L. C. B. **Tratamento Industrial da ágata em bruto no Estado do Rio Grande do Sul.** 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Engenharia de minas, Metalúrgica e de Minerais. PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

VIANNA, N. e GONÇALVES, J. **Iluminação e Arquitetura.** São Paulo: UniABC Virtus, 2001.