

UFCG - CCT - UADESIGN  
Trabalho de Conclusão de Curso

# GEMAS DA PARAÍBA

A UTILIZAÇÃO DE GEMAS LOCAIS EM JOIAS.

Fabrinni Almeida Morais


Fabrinni Almeida Morais

# GEMAS DA PARAÍBA:

## A UTILIZAÇÃO DE GEMAS LOCAIS EM JOIAS.

Relatório técnico científico apresentado ao Curso de Design, Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, como pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel em Design.

Campina Grande, 09 de Novembro de 2015



UFCG - CCT - UADESIGN  
Trabalho de Conclusão de Curso

# GEMAS DA PARAÍBA:

## A UTILIZAÇÃO DE GEMAS LOCAIS EM JOIAS.

Elaborado por Fabrinni Almeida Morais  
Orientado por Cleone Ferreira Souza

Relatório técnico científico defendido em 26 de Novembro de 2015, com banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Cleone Ferreira de Souza  
Orientadora

---

João Batista Guedes

---

Luiz Felipe de Almeida Lucena

Campina Grande, Novembro de 2015



# EPIGRAFE

“The only person standing in your way is you...”.

(Black Swan)



## RESUMO

O presente relatório técnico-científico de conclusão do curso de Design trata do desenvolvimento de um conjunto de joias utilizando gemas extraídas na região do Seridó Paraibano. Para chegarmos à proposta de um produto, utilizamos como etapas metodológicas, um levantamento sobre as gemas oriundas da Paraíba, suas propriedades e características, oferta destas gemas no mercado, processos de fabricação de joias, materiais e acabamentos, tipos de lapidação e cravação de gemas. Em seguida elaboramos painéis semânticos, para nortear a etapa de extração de formas, geração de ideias, desenvolvimento dos conceitos e posteriormente a produção de mock-ups e rendering 3D. Como resultado, foi criado um conjunto de joias, composto por um par de brincos, anel e bracelete, produzidos em ouro com gemas de citrino, granada e quartzo enfumaçado, explorando como diferencial, as propriedades ópticas destas gemas. O conjunto possui como principais qualidades formais o dinamismo, a profusão de elementos, a expressividade e a harmonia.

## LISTA DE FIGURAS

FIG. 1: Município de Nova Floresta no mapa Paraibano.	13
FIG. 2: Região do Seridó Oriental no mapa Paraibano.	13
FIG. 3: Extração de quartzo rosa.	14
FIG. 4: Gemas lapidadas e peças artesanais	14
FIG. 5: Teste da dureza do risco.	17
FIG. 6: Lapidação de um quartzo.	17
FIG. 7: Quartzo enfumaçado em forma bruta.	19
FIG. 8: Exemplo de gema transparente.	20
FIG. 9: Exemplo de gema translúcida.	20
FIG. 10: Exemplo de gema opaca.	20
FIG. 11: Ilustração da reflexão de luz em gemas lapidadas com facetas.	20
FIG. 12: Mesorregião Borborema do estado da Paraíba.	22
FIG. 13: Extração de quartzo rosa na região de Pedra Lavrada.	22
FIG. 14: Água marinha lapidada.	23
FIG. 15: Esmeralda lapidada.	23
FIG. 16: Granada lapidada.	23
FIG. 17: Cordierita lapidada.	24
FIG. 18: Ametista lapidada.	24
FIG. 19: Citrino lapidado.	24
FIG. 20: Quartzo Enfumaçado.	24
FIG. 21: Escala cromática de cores quentes composta pelas gemas selecionadas.	25
FIG. 22: Bracelete Egípcio.	27
FIG. 23: Exemplo de conjunto de joias.	27
FIG. 24: Diversos tipos de anéis.	28
FIG. 25: Exemplos de brincos.	29
FIG. 26: Exemplo de colar.	29
FIG. 27: Exemplo de bracelete.	29
FIG. 28: Anéis de madeira e para e colar de acrílico.	30
FIG. 29: Pepita de ouro.	31
FIG. 30: Pepita de prata	32
FIG. 31: Pepita de platina.	32
FIG. 32: Pepita de Ródio.	32
FIG. 33: Anel produzido através do processo de fundição.	34
FIG. 34: Joias produzidas através do processo de Estampagem.	34

FIG. 35: Joias produzidas através do processo de eletroformação.	34
FIG. 36: Alguns tipos de lapidação facetada.	35
FIG. 37: Ilustração das partes das gemas.	35
FIG. 38: Tipos de lapidação cabochão.	36
FIG. 39: Tipos de lapidação mista.	36
FIG. 40: Exemplo de lapidação diferenciada.	36
FIG. 41: Cravação inglesa.	37
FIG. 42: Cravação de trilho.	37
FIG. 43: Cravação por tensão.	37
FIG. 44: Cravação Pavê.	38
FIG. 45: Cravação com garras.	38
FIG. 46: Tribulé para anéis.	39
FIG. 47: Tribulé para colares.	39
FIG. 48: Painel do usuário.	43
FIG. 49: Painel Semântico.	44
FIG. 50: Painel Semântico.	44
FIG. 51: Geração de ideias.	45
FIG. 52: Ideias selecionadas.	46
FIG. 53: Ideias iniciais.	46
FIG. 54: Aplicação de gemas.	46
FIG. 55: Mock- ups.	47
FIG. 56: Rendering 3D do conceito.	47
FIG. 57: Ideias iniciais.	48
FIG. 58: Modificações na forma.	48
FIG. 59: Geração de alternativas.	48
FIG. 60: Mock - up.	49
FIG. 61: Renderings 3D do conceito.	49
FIG. 62: Detalhe do mecanismo funcional.	49
FIG. 63: Ideia inicial.	50
FIG. 64: Evolução da forma.	50
FIG. 65: Desenvolvimento do conceito.	50
FIG. 66: Aplicação de gemas.	50
FIG. 67: Rendering 3D do conceito.	51
FIG. 68: Rendering 3D da parte posterior do conceito	51
FIG. 69: Detalhes estruturais do conceito.	51
FIG. 70: Ideias iniciais.	52
FIG. 71: Aplicação de gemas.	52
FIG. 72: Detalhe do sistema funcional.	52
FIG. 73: Rendering 3D do conceito.	52
FIG. 74: Ideias iniciais.	53
FIG. 75: Aplicação de gemas e cor.	53
FIG. 76: Rendering 3D do conceito.	53

FIG. 77: Detalhes de cravação.	53
FIG. 78: Ideia inicial.	54
FIG. 79: Desenvolvimento do conceito.	54
FIG. 80: Desenvolvimento do conceito	54
FIG. 81: Aplicação de gemas.	54
FIG. 82: Detalhamento da cravação.	55
FIG. 83: Estudo de aplicação de gemas nos renderings 3D.	55
FIG. 84: Perspectiva do conceito.	55
FIG. 85: Eixo Simétrico.	56
FIG. 86: Diversidade dimensional do produto.	56
FIG. 87: Refinamento da estrutura.	57
FIG. 88: Adição de gemas.	57
FIG. 89: Posicionamento final das gemas e aperfeiçoamento das hastes.	57
FIG. 90: Brinco em ouro amarelo com acabamento polido.	58
FIG. 91: Bracelete em ouro amarelo com acabamento polido	58
FIG. 92: Anel em ouro amarelo com acabamento polido.	58
FIG. 93: Bracelete em ouro amarelo com acabamento fosco.	59
FIG. 94: Brinco em ouro amarelo com acabamento fosco.	59
FIG. 95: Anel em ouro amarelo com acabamento fosco.	59
FIG. 96: Bracelete em ouro branco com acabamento polido.	59
FIG. 97: Brinco em ouro branco com acabamento polido.	59
FIG. 98: Anel em ouro branco com acabamento polido.	59
FIG. 99: Brinco em ouro branco com acabamento fosco.	60
FIG. 100: Bracelete em ouro branco com acabamento fosco.	60
FIG. 101: Anel em ouro branco com acabamento fosco.	60
FIG. 102: Brinco em ouro envelhecido com acabamento polido.	60
FIG. 103: Bracelete em ouro envelhecido com acabamento polido.	60
FIG. 104: Anel em ouro envelhecido com acabamento polido.	60
FIG. 105: Bracelete em ouro envelhecido com acabamento fosco	61
FIG. 106: Brinco em ouro envelhecido com acabamento fosco.	61
FIG. 107: Anel em ouro envelhecido com acabamento fosco.	61
FIG. 108: Bracelete em ouro negro com acabamento polido.	61
FIG. 109: Brinco em ouro negro com acabamento polido.	61



FIG. 110: Anel em ouro negro com acabamento polido.	61
FIG. 111: Brinco em ouro negro com acabamento fosco.	62
FIG. 112: Bracelete em ouro negro com acabamento fosco.	62
FIG. 113: Anel em ouro negro com acabamento fosco.	62
FIG. 114: Cravações utilizadas.	63
FIG. 115: Representação gráfica do tipo de lapidação utilizada em cada gema do produto.	63
FIG. 116: Fixação das gemas.	64
FIG. 117: Brinco do conjunto.	64
FIG. 118: Representação dos tamanhos das gemas.	65
FIG. 119: Detalhe do encaixe.	65
FIG. 120: Fecho utilizado.	65
FIG. 121: Medidas básicas.	65
FIG. 122: Representação do brinco no rosto do usuário.	66
FIG. 123: Anel do conjunto.	66
FIG. 124: Representação dos tamanhos das gemas.	66
FIG. 125: Medidas básicas do anel.	67
FIG. 126: Bracelete do conjunto.	67
FIG. 127: Representação das medidas das gemas.	67
FIG. 128: Medidas básicas do bracelete.	68
FIG. 129: Lapidação 6x6.	68
FIG. 130: Lapidação 8x8.	69
FIG. 131: Lapidação Fantasia.	69
FIG. 132: Colocar e retirar anel.	69
FIG. 133: Colocar e retirar brinco.	70
FIG. 134: Colocar e retirar bracelete.	70
FIG. 135: Fixação dos dutos de alimentação	71
FIG. 136: Molde de acrílico.	72
FIG. 137: Adição do silicone líquido.	72
FIG. 138: Abertura do molde.	72
FIG. 139: Processo de retirar o ar do molde.	73
FIG. 140: Retirada da peça.	73
FIG. 141: Retirada de saliências.	73
FIG. 142: Montagem da árvore de cera.	73
FIG. 143: Montagem do cilindro.	74
FIG. 144: Cilindro com revestimento.	74
FIG. 145: Retirada do excesso de revestimento.	74
FIG. 146: Pesagem do metal.	75
FIG. 147: Injeção da liga metálica.	75
FIG. 148: Desintegração do revestimento.	75
FIG. 149: Corte de cada peça da árvore de metal.	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dureza de Mohs.....	6
Tabela 2: Propriedades do Citrino.....	13
Tabela 3: Propriedades da Granada Piropo.....	14
Tabela 4: Propriedades da Granada Espessartita.....	14
Tabela 5: Propriedades do Quartzo Enfumaçado.....	14
Tabela 6: Diferentes cores da liga de ouro 18K.....	19
Tabela 7: Proporção de prata.....	20
Tabela 8: Requisitos e Parâmetros.....	28



# SUMÁRIO

1	Introdução .....	13
1.1	Objetivos.....	15
1.2	Justificativa .....	16
2	Propriedades das gemas.....	17
2.1	Propriedades Físicas.....	17
2.2	Propriedades ópticas.....	19
2.3	Gemas na Paraíba.....	21
2.3.1	Delimitação do escopo de gemas do projeto. ....	25
2.4	Propriedades físicas e ópticas das gemas .....	25
	Selecionadas para o escopo do projeto .....	25
3	Análise do produto joia .....	27
3.1	Conjunto de joias .....	27
3.1.1	Especificação de conjunto .....	29
3.2	materiais utilizados .....	30
3.3	Processos de fabricação .....	33
3.4	Lapidação de gemas.....	35
3.5	Cravação de gemas .....	37
3.6	Análise ergonômica.....	38
4	Requisitos e parâmetros.....	40
4.1	Análise de mercado .....	42
4.2	Perfil do consumidor .....	43
5	Anteprojeto.....	44
6	Conceito selecionado .....	56
6.1	Refinamento do conceito.....	57
7	Aplicação de cor e acabamento.....	58
8	Detalhamento técnico .....	63
8.1	Concepção estrutural .....	63
8.2	Lapidação das gemas. ....	68

8.3	Usabilidade.....	69
8.4	Processo de fabricação.....	70
8.5	Desenho técnico.....	76
8.6	Conclusões.....	77
9	Referências bibliográficas.....	78
10	Apêndice.....	80



# 1 INTRODUÇÃO

“O Brasil é mundialmente conhecido por sua riqueza em pedras preciosas, das nove províncias gemológicas existentes no mundo, nosso país é líder não apenas na quantidade produzida, mas também na diversidade” (CPRM, 2014). Também é considerado um importante produtor de ouro, alcançando em 2010 uma produção de 68 toneladas em minas, o que lhe assegura o 13º lugar no ranking mundial, segundo o GFMS (Gold Fields Mineral Services) (GOLD SURVEY; IBGM, 2010). Segundo dados do IBGM - Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (2010), cerca de 80% das pedras extraídas são exportadas, em estado bruto, lapidadas ou como peças de coleção.

Na Paraíba concentram-se mais de 40% de minas de extração de pedras preciosas e semipreciosas do Brasil. Nas regiões do Seridó e Curimataú, localizam-se as 17 cidades que fazem da Paraíba destaque nacional em produção de gemas, sendo as mais predominantes os cristais, as turmalinas verdes e azuis, águas marinhas e uma grande variedade de quartzo. (BESERRA, 2012).

Após uma visita ao município Paraibano de Nova Floresta (Figura 01), conhecemos o trabalho de lapidação de gemas desenvolvido pelo Centro de Lapidação Francisco Paulo de Oliveira e tomamos conhecimento do grande potencial gemológico e da mão de obra capacitada em processos de lapidação existentes na região do Seridó Oriental do Estado (Figura 02), uma vez que os municípios de Juazeirinho, Pedra Lavrada, Cubati e Nova Palmeira também possuem jazidas e cooperativas de lapidação.

O material gemológico extraído destas regiões possui potencial de utilização em vários segmentos, como: artigos artesanais, objetos de decoração, souvenirs, bi-

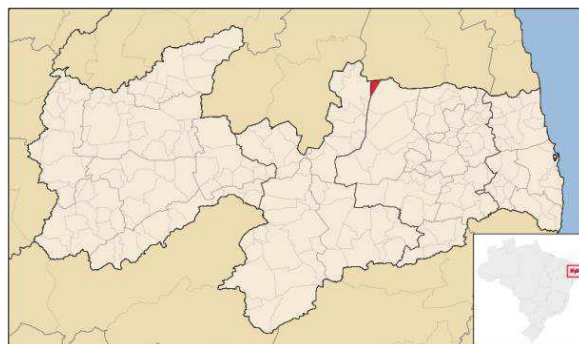


FIG. 1: Município de Nova Floresta no mapa Paraibano.



FIG. 2: Região do Seridó Oriental no mapa Paraibano.

juterias, joias e etc.

Apesar da existência de grande variedade de gemas na Paraíba, grande parte desta matéria prima é extraída e vendida ainda em forma bruta (Figura 03), outra parte é vendida em forma lapidada ou é utilizada na confecção de peças artesanais que não possuem grande valor de mercado (Figura 04). Com isso a Região deixa de ser beneficiada por falta de maiores investimentos no campo do Design, uma vez que, este tipo de investimento proporcionaria o desenvolvimento de produtos que utilizariam esta matéria prima, criando assim possibilidades de geração de emprego e renda para o Estado.

Logo, a oportunidade deste trabalho está no desenvolvimento de um conjunto de joias a partir de gemas extraídas e lapidadas na Paraíba, especificamente nos municípios de Picuí, Pedra Lavrada, Nova Palmeira e Nova Floresta. O projeto busca explorar da maneira mais adequada o potencial das gemas, tanto na lapidação quanto na composição formal da joia.



FIG. 3: Extração de quartzo rosa.

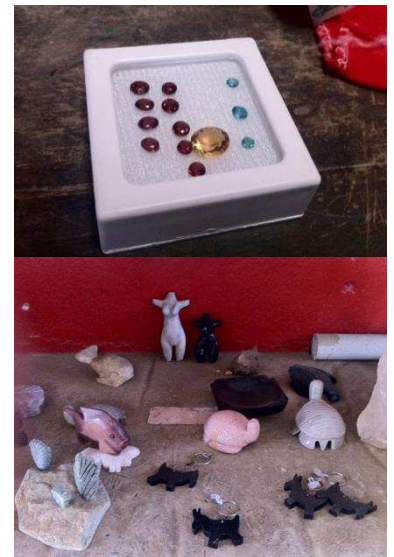


FIG. 4: Gemas lapidadas e peças artesanais

## 1.1 OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

Desenvolver um conjunto de joias, utilizando gemas extraídas e lapidadas no Estado da Paraíba.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar as gemas encontradas na mesorregião da Borborema e Agreste Paraibano e definir quais serão utilizadas no escopo do projeto.
2. Analisar as propriedades das gemas em relação a suas características físicas e ópticas.
3. Definir os produtos que vão compor o conjunto.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Apesar de possuir grande variedade de gemas e minerais, a Paraíba não se destaca pela produção de derivados desta riqueza, grande parte desta matéria prima, geralmente a que possui as gemas com maior valor de mercado, é extraída e vendida ainda em sua forma bruta. A outra parte que não é comercializada é utilizada na confecção de produtos artesanais de baixo valor comercial.

De acordo com Silva (2009) com o apoio da Agência para o Desenvolvimento do Nordeste (ADENE) e do Parque Tecnológico da Paraíba, o Centro Gemológico realizou o ensino de lapidação e artesanato, em que algumas pessoas, na maioria garimpeiros, mudaram da extração para o beneficiamento mineral. Há cerca de cinco anos, foi criada a INPEDRA-Incubadora de Artefatos Minerais, localizada na cidade de Pedra Lavrada, na Paraíba, onde trabalham ex-garimpeiros que fazem das pedras brutas peças de decoração e outras variedades do artesanato mineral.

Porém, o setor ainda se mostra pouco explorado no campo do design, tanto que não é considerado como Estado produtor de joias, mas de fornecedor de gemas enquanto matéria prima. Acredita-se que o uso da ferramenta do design possa gerar diferencial competitivo, incentivando a fabricação de produtos mais elaborados e direcionados a públicos alvos específicos.



## 2 PROPRIEDADES DAS GEMAS

As propriedades das gemas podem ser divididas em físicas e ópticas e representam suas qualidades intrínsecas e extrínsecas, como dureza, clivagem e fratura, cor, refração, transparência, reflexão, entre outros.

O conhecimento específico sobre as propriedades das gemas é de grande valor para os profissionais que atuam na área de joias, como lapidário, montador de gemas e designer de joias, pois somente com conhecimentos e técnicas apropriadas o profissional pode trabalhar corretamente uma gema.

A seguir serão apresentadas as propriedades que foram importantes para a definição das gemas que serão utilizadas no escopo deste projeto.

### 2.1 PROPRIEDADES FÍSICAS

#### DUREZA

Segundo Schumann (2006), no caso de minerais e gemas, dureza refere-se, primeiramente, à dureza do risco, e depois a resistência à lapidação (Figura 5 e 6 respectivamente). O mineralogista vienense Friedrich Mohs (1773-1839) foi o inventor do ensaio de dureza pelo risco. Ele definiu dureza como a resistência que um mineral oferece ao ser riscado por um objeto de teste pontiagudo.

Mohs desenvolveu uma escala de comparação usando dez minerais de durezas diferentes (Escala de Mohs), que ainda é usada atualmente. Cada mineral desta série risca o anterior e deve ser riscado pelo seguinte, já os minerais de mesma dureza não se riscam mutuamente.

Todos os minerais e gemas conhecidos atualmente estão classificados segundo a escala de dureza de Mohs. Minerais e gemas de dureza a partir de sete são considerados duros. O brilho e o polimen-



FIG.5: Teste da dureza do risco.



FIG.6: Lapidação de um quartzo.

to de gemas de dureza abaixo de sete podem danificar-se pela poeira existente em muitos lugares, pois geralmente a poeira contém partículas de quartzo. Gemas desse tipo devem ser manipuladas com muito cuidado e quando em uso ou guardadas não devem entrar em contato com objetos capazes de riscá-los (SCHUMANN, 2006).

A seguir estão ordenadas algumas gemas na Tabela de Dureza de Mohs:

Dureza Risco (Mohs)	Mineral usado para Comparação.	Ensaio simples de dureza
1	Talco	Pode ser riscado com a unha do dedo
2	Gipso	Pode ser riscado com a unha do dedo
3	Calcita	Pode ser riscada com uma moeda de cobre
4	Fluorita	Riscada facilmente com uma faca
5	Apatita	Pode ser riscada com uma faca
6	Ortoclásio	Pode ser riscada com uma lima de aço
7	Quartzo	Risca o vidro de uma vidraça
8	Topázio	Não Encontrado
9	Coríndon	Não Encontrado
10	Diamante	Não Encontrado

Tabela 1: Dureza de Mohs.

## 2.2 PROPRIEDADES ÓPTICAS

As características ópticas são as mais importantes em uma gema, elas produzem cor e brilho, luminescência, jogo de luz e outros efeitos ópticos que potencializam o seu valor estético.

### COR

Segundo Schumann (2006), a cor é a característica mais importante das gemas, na maioria dos casos, esta característica não é utilizada como diagnóstico de identificação, pois muitas gemas ocorrem em várias cores fazendo com que duas ou mais gemas diferentes possuam a mesma cor.

Os elementos químicos presentes na composição das gemas, como partes essenciais dela ou impurezas é que provocam sua cor. Portanto, a cor vista por nós é o resultado da transmissão da luz feita pela gema (SANTOS, 2013).

Novamente segundo Schumann (2006), nas gemas, a presença dos metais, principalmente o cromo, o ferro, o cobalto, o cobre, o manganês, o níquel e o vanádio, absorvem certos comprimentos de onda da luz branca e assim causam a coloração. No caso do quartzo enfumaçado (Figura 7) nenhuma substância estranha é responsável pela cor; ela é causada pela deformação da estrutura interna, retículo, que resulta na absorção seletiva da luz e na mudança da cor original.

A distância que o raio de luz viaja através da gema pode também influenciar absorção e assim a cor. As gemas de coloração suave geralmente são lapidadas com espessuras maiores ou suas facetas de tal forma arrumadas que o caminho da absorção seja aumentado para a cor se torna mais forte ou intensa.



FIG.7: Quartzo enfumaçado em forma bruta.

## TRANSPARÊNCIA

A transparência é um fator que intervém na valorização da maioria das gemas. Inclusões de substâncias estranhas, bolhas de ar ou fissuras no interior do cristal afetam a transparência da gema, com isso a passagem de luz também é prejudicada (SCHUMANN, 2006).

De acordo com Santos (2013), as gemas possibilitam a passagem de luz em três níveis diferentes, são eles:

- Transparentes: O raio de luz atravessa livremente a gema. Pode-se ver um objeto através dela (Figura 8).
- Translúcidas: O raio de luz atravessa a gema passando por obstruções. Pode-se ver luz através da gema e, em alguns casos, o contorno de objetos (Figura 9).
- Opacas: O raio de luz não atravessa a gema. Nenhuma luz pode ser vista através dela (Figura 10).



FIG.8: Exemplo de gema transparente.



FIG.9: Exemplo de gema translúcida.



FIG.10: Exemplo de gema opaca.

## REFLEXÃO

Schumann (2006) afirma que a origem do brilho de uma gema é a reflexão, ou seja, o reflexo na superfície de uma parte da luz incidente. O reflexo depende do índice de refração da gema e das características da sua superfície, mas não da cor. Quanto maior for a refração da gema, mais intensa será a sua reflexão.

Nas gemas transparentes as facetas inferiores funcionam como um espelho e devolvem quase completamente a luz incidente na parte superior, criando assim o efeito brilhoso (Figura 11).

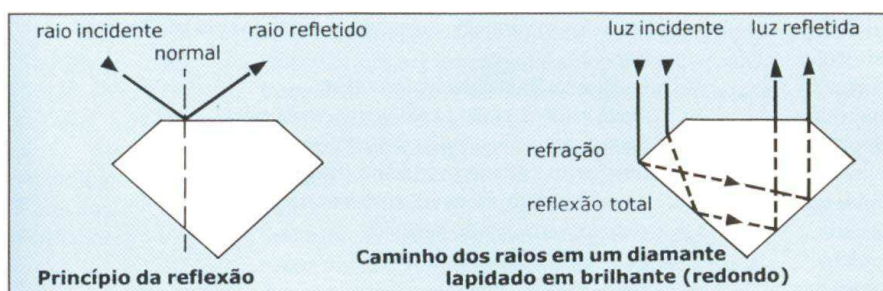


FIG.11: Ilustração da reflexão de luz em gemas lapidadas com facetas.

Muitas gemas apresentam algumas figuras luminosas e efeitos de cor na superfície, que não são resultantes de sua cor ou impurezas. A origem destes efeitos ópticos se deve a fenômenos de reflexão gerados por sua estrutura interna.

Os possíveis efeitos gerados são a adularescência, o asterismo, o acatassolamento, a aventurinização, a irisação, entre outros. Porém estes efeitos ópticos não estão apresentados neste relatório, pois não foram importantes para a definição das gemas que são utilizadas no escopo do projeto.

## CONCLUSÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E ÓPTICAS

A partir do levantamento de dados em relação às propriedades físicas e ópticas das gemas, foi concluído que, as gemas utilizadas neste projeto precisam possuir no mínimo o nível sete de dureza na escala de Mohs, pois as gemas que possuem um nível inferior a sete apresentam maior grau de dificuldade na lapidação e podem ser danificadas mais facilmente durante o processo de cravação e montagem da joia. Já em relação às propriedades ópticas, conclui-se que as gemas utilizadas neste projeto precisam possuir cor e transparência/translucidez, pois após o processo de lapidação o índice de reflexão destas gemas é potencializado, tornando-as mais valorizadas por apresentarem maior atrativo visual.

## 2.3 GEMAS NA PARAÍBA

O início do processo histórico da mineração na Paraíba ocorreu com a exploração do ouro no século XIX, na região de Cachoeira das Minas, no município de Princesa Isabel. A euforia com a matéria preciosa ocorreu até a década de 40, devido à descoberta e exploração da jazida de ouro de Itajubati-ba, do tupi, "pedras que brilham", no município de Catingueira. Essa jazida movimentou um garimpo habitado por mais de

cinco mil pessoas. Atualmente, Itajubatiba possui apenas mil e quinhentos habitantes (SILVA, 2009).

O Estado da Paraíba é conhecido pela grande extração de gemas, principalmente na microrregião do Seridó Paraibano. Esta microrregião pertence à mesorregião Borborema, que sedia os municípios de Junco do Seridó, Salgadinho, Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Várzea, Baraúna, Cubati, Frei Martinho, Juazeirinho, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Picuí, Seridó, Tenório (ACIOLY; FREITAS, 2010) (Figura 12).

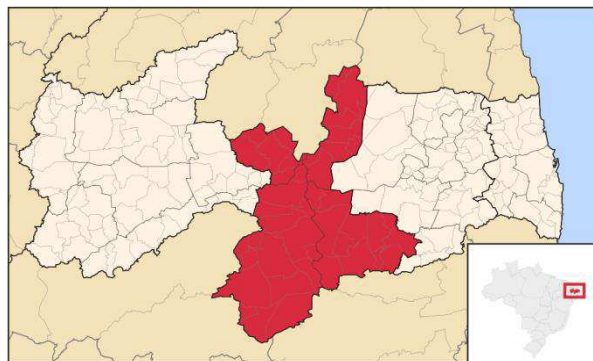


FIG.12: Mesorregião Borborema do estado da Paraíba.

Em relação à obtenção das gemas, o trabalho informal característico do setor dificulta uma melhor investigação sobre a riqueza mineral do estado, mas sabe-se que, os elementos da produção mineradora de gemas na Paraíba segundo o CDRM (Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais), são águas-marinhas, heliodoros, euclásios, morganitas, cristais de rocha, turmalina corada, ametista, turmalina Paraíba, quartzo branco e rosa (ACIOLY; FREITAS, 2010).

Segundo Acioly e Freitas (2010), o levantamento do estado da Paraíba aponta que só na região de Pedra Lavrada são extraídas cerca de cinco mil toneladas por mês de Quartzo (Figura 13). Cada grupo de mineradores tem sua fiscalização, no entanto a regulamentação é feita pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) ligado ao Ministério das Minas e Energia. Todos os produtos de origem mineral devem pagar a compensação financeira pela exploração dos recursos minerais (CFEM) que refere a 2% do total retirado, aonde 75% vão para o município produtor, 23% para o estado, 2% para o governo federal.



FIG. 5: Extração de quartzo rosa na região de Pedra Lavrada.

A seguir serão apresentadas as gemas encontradas no Sertão Paraibano e que podem ser utilizados por este projeto:

## ÁGUA MARINHA

É uma variedade do berilo e possui este nome devido à sua cor semelhante à da água do mar. A sua cor mais apreciada é o azul-escuro. Esta gema é bastante quebradiça e sensível à pressão, deve-se então ter muito cuidado ao montá-la em joias (Figura 14).

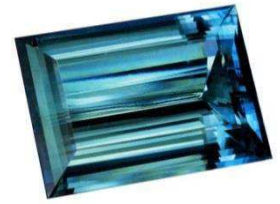


FIG.14: Água marinha lapidada.

## ESMERALDA

Pertence ao grupo do berilo, sendo considerada a mais nobre dentro deste grupo. Seu verde é tão incomparável que passou a ser utilizado fora dos limites da mineralogia como “verde esmeralda” (Figura 15).

A substância corante para a “verdadeira esmeralda” é o cromo, berilos que são pelo vanádio devem ser chamados de “berilos verdes” e não esmeraldas. A distribuição da cor é irregular; a preferida é um verde profundo ligeiramente azulado.



FIG.15: Esmeralda lapidada.

Frequentemente a esmeralda aparece turvada por inclusões (fluidos, bolhas de ar, fissuras, outros cristais). Estas inclusões não são consideradas como defeitos, desde que não sejam excessivas, mas sim como uma prova da autenticidade da gema com relação às sintéticas ou imitações. Todas as esmeraldas possuem certa fragilidade com razão de fissuras muito frequentes devidas às tensões internas, devendo-se tomar cuidado ao pressioná-las ou esquentá-las.

## GRANADA

Este é um grupo de diferentes minerais coloridos com estrutura cristalina e composição química semelhante. O nome deriva do latim “grão” e é devido aos cristais arredondados deste grupo que inclui minerais de diferentes cores, como, vermelho, laranja, amarelo, marrom e verde. Popularmente o nome granada é entendido somente para as gemas vermelhas, piropo e almandina (Figura 16).



FIG.16: Granada lapidada.

## CORDIERITA

Também conhecida como Lolita ou Dicroíta, frequentemente possui cor azul-escuro e violeta. Apresenta pleocorísmo forte, em tons violeta, azul e amarelo (Figura 17).



FIG.17: Cordierita lapidada.

## AMETISTA

É a gema mais apreciada do grupo do quartzo. Seus cristais sempre crescem sobre uma base (substrato), suas pirâmides prismáticas se desenvolvem pouco, por isso predominam as pontas dos cristais, onde a cor é mais intensa. Por aquecimento, pode-se conseguir variedades amarelos-claros, vermelho-acastanhadas, verdes ou incolores, assim, deve-se tomar cuidado ao usar solda perto destas gemas (Figura 18).



FIG.18: Ametista lapidada.

## CITRINO

O nome citrino é derivado de sua cor amarelo-limão, sua maioria encontrada no mercado é na realidade ametistas queimadas ou quartzos enfumaçados. Todos os citrinos aquecidos possuem uma tonalidade avermelhada, enquanto que os citrinos naturais são predominantemente amarelo-pálidos (Figura 19).



FIG.19: Citrino lapidado.

## QUARTZO ENFUMAÇADO

Possui este nome por causa da sua cor enfumaçada, que varia entre o pardo, negro e cinzento. Frequentemente, possui inclusões de agulhas de rutilo. Quando submetido a temperaturas elevadas, a gema pode alterar ou perder totalmente a cor (Figura 20).



FIG.20: Quartzo Enfumaçado.



### 2.3.1 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO DE GEMAS DO PROJETO.

Entre as gemas apresentadas anteriormente as selecionadas para serem utilizadas neste projeto foram: A granada, o citrino e o quartzo enfumaçado. Pois levando em consideração a gradação de cor que cada gema selecionada apresenta, a composição gerada entre elas possibilita a formação de uma escala cromática de cores quentes (Figura 21).



FIG.21: Escala cromática de cores quentes composta pelas gemas selecionadas.

## 2.4 PROPRIEDADES FÍSICAS E ÓPTICAS DAS GEMAS SELECIONADAS PARA O ESCOPO DO PROJETO

De acordo com o Manual Técnico de Gemas - IBGM e DNPM (2009), abaixo estão apresentadas em forma de tabela as propriedades físicas e ópticas mais relevantes para serem consideradas no processo de desenvolvimento de produtos de joalheria por este projeto.

### CITRINO

Tabela 2: Propriedades do Citrino.

Espécie Mineral	Quartzo
Varietade	Citrino
Cor	De amarelo claro até pardo dourado
Transparência	Transparente
Reflexão	Vítreo
Tratamentos possíveis	cobertura ou chapa no fundo do cabochão (melhora a cor da pedra)
Dureza de Mohs	7

## GRANADA

Abaixo serão apresentadas algumas propriedades da Granada Piropo e da Granada Espessartita, pois estas serão as utilizadas no projeto por possuir cores entre o laranja-avermelhado e o vermelho intenso.

Granada Piropo	
Espécie Mineral	Piropo
Varietade	Piropo-cromo
Cor	De laranja avermelhado médio a escuro, de vermelho médio e escuro a vermelho levemente arroxeadado e incolor (raro)
Transparência	De transparente a semitranslúcido (para gemas muito escuras)
Reflexão	Vítreo
Tratamentos possíveis	Nenhum conhecido
Dureza de Mohs	7 – 7,5

Tabela 03: Propriedades da Granada Piropo.

Granada Espessartita	
Espécie Mineral	Almandina
Varietade	Espessartita e granada
Cor	Laranja amarelado a laranja avermelhado
Transparência	Transparente
Reflexão	De vítreo a sub adamantino
Tratamentos possíveis	Nenhum conhecido
Dureza de Mohs	7 – 7,5

Tabela 04: Propriedades da Granada Espessartita.

## QUARTZO ENFUMAÇADO

Espécie Mineral	Quartzo
Varietade	Enfumaçado (Fumê)
Cor	Marrom de claro a escuro, algumas vezes preto quase opaco
Transparência	De transparente a opaco
Reflexão	Vítreo
Tratamentos possíveis	Choque térmico - aquecimento e resfriamento rápidos provocam fraturas criando efeito iridescente; tratamento térmico - clareia a cor de quartzo fumê muito escuro; cobertura ou chapa no fundo do cabochão melhora a cor da gema.
Dureza de Mohs	7

Tabela 05: Propriedades do Quartzo enfumaçado.

### 3 ANÁLISE DO PRODUTO JOIA

Esta análise tem como objetivo conhecer melhor o produto joia, sua definição, sua posição atual no mercado nacional e internacional, seus tipos e características como sistemas funcionais, materiais utilizados, processos e técnicas de fabricação, tipos de acabamentos, cravação de gemas e considerações ergonômicas.

#### A JOIA

De acordo com Gola (2013), ser adorno- geralmente usado no corpo- é uma das primeiras características da joia, ao servir-se de materiais preciosos, metais e pedrarias (ou ao tentar imitá-los). É essa característica faz com que ela seja um artefato portador de significativo valor estético, ou seja, de valores considerados embelezadores na época em que foi realizada (Figura 22).

Como portadora de valores, a joia tanto pode representar o insigne, o poder, o conhecimento esotérico, quanto ser sinal de riqueza material. A ela também podem ser atribuídos valores mágicos, espirituais e até transcendentais, segundo diferentes interpretações de vários povos e culturas. (GOLA, 2013).



FIG. 22: Bracelete Egípcio.

#### 3.1 CONJUNTO DE JOIAS

Um conjunto de joias pode ser considerado como uma reunião de adornos corporais que possuam características em comum, como materiais, acabamentos, gemas e formas utilizadas (Figura 23). Estas características fazem com que as peças que o compõem se combinem entre si, trazendo ao conjunto o seu ponto mais importante, a harmonia estética. Conjuntos de joias podem ser baseados em um determinado tema, desenvolvidos com base nas tendências de uma estação ou a partir de características de um determinado público alvo.



FIG.23: Exemplo de conjunto de joias.

Na composição de um conjunto de joias, existem varias possibilidades de adornos corporais, como os anéis, colares, tiaras, brincos, pulseiras, braceletes, broches, abotoaduras, medalhas, pingentes e piercings. Porém os adornos mais encontrados nos conjuntos de joias são os anéis, brincos, colares/pingentes e pulseiras/braceletes.

Atualmente, a joalheria mundial tem como principal ferramenta o design para conseguir corresponder aos desejos do mercado, algumas marcas estão investindo em formas mais ousadas e criativas para os seus produtos. Esta maior exploração formal, tornou-se o principal diferencial competitivo entre as grandes marcas e designers de joias contemporâneas.

Dentre as marcas mundiais da joalheria contemporânea, destacam-se a italiana Bulgari, as francesas Givenchy e Cartier e as americanas Tiffany e David Yurman. No Brasil, as marcas que se destacam são a H.Stern, Vivara e Amsterdam Sauer. Como designers de joias, destacam-se Antônio Bernardo, André Lassar, Ara Vartanian, Edson Xavier, Janis Kerman e Suzan Rezac.

A seguir será apresentada a definição dos adornos mais encontrados em conjuntos de joias atuais:

## ANEL

Anéis são utilizados para adornar os dedos. É formado por um ou mais aros que envolvem o dedo, podendo conter elementos na parte de cima. Os aros podem ser totalmente fechados, formando um círculo, podem ser abertos, em forma de espiral ou presos em mais de um dedo (Figura 24). Os anéis podem ser usados nas mãos ou nos pés, porém é mais comum o uso nas mãos (BESERRA, 2012).

FIG.24: Diversos tipos de anéis.



## BRINCO

Os brincos são objetos da joalheria que servem para adornar as orelhas (Figura 25). Normalmente são presos na orelha de duas formas: atravessando o lóbulo da orelha ou externamente, por pressão.



FIG. 256: Exemplos de brincos.

## COLAR/ PINGENTE

Os colares e pingentes são ornamentos para o pescoço e colo. O pingente é composto por uma única parte que é sustentada por uma corrente, esta corrente pode não ser vendida com o pingente. Já o colar (Figura 26) é formado pela combinação de dois ou mais elementos, as variações destes elementos modificam a estrutura do colar, os mesmos podem adquirir vários tamanhos e dar várias voltas ao redor do pescoço.



FIG.26: Exemplo de colar.

## PULSEIRA/ BRACELETE

As pulseiras são ornamentos para os pulsos que podem possuir diversos formatos e materiais, estes ornamentos sempre vão necessitar de um mecanismo de fechamento para que possam se prender ao redor do pulso. Os braceletes (Figura 27) são ornamentos para os pulsos ou braços, na maioria das vezes não necessitam de um sistema de fechamento, pois são estruturados por uma peça única que possui forma circular ou elíptica, podendo ser fechada ou não. Os braceletes que não são fechados possuem uma abertura que possibilita o encaixe da peça no braço ou pulso do usuário, já o bracelete fechado é encaixado no pulso do usuário através da mão.



FIG.27: Exemplo de bracelete.

### 3.11 ESPECIFICAÇÃO DE CONJUNTO

Como apresentado anteriormente um conjunto de joias é a reunião de adornos corporais que possuem características em comum. A partir deste ponto foram definidos três tipos de conjuntos de joias para serem trabalhados neste projeto, são eles:

- Conjunto tipo A: Composto por par de brincos e anel
- Conjunto tipo B: Composto por par de brincos, anel e pulseira ou bracelete.
- Conjunto tipo C: Composto por par de brincos, anel, pulseira ou bracelete e colar ou pingente.

### 3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

Na joalheria atual não há restrições sobre o uso de materiais, são encontradas joias produzidas com diversos tipos de materiais, como madeira, sementes, porcelana, acrílico, plásticos, borracha, entre outros (Figura 28). Porém os metais são fundamentais na confecção de joias, existem duas classificações para eles, os metais nobres e os metais não nobres.

Segundo Santos (2013), os metais nobres são popularmente chamados de metais preciosos, são consideradas nobres em virtude de sua raridade, propriedades e potenciais aplicações. Caracterizam por não serem atacados por ácidos ou sais, apresentarem alta densidade, maleabilidade (podem ser reduzidos a chapas finas) e ductilidade (podem ser reduzidos a fios). Os metais nobres não são corroídos quando expostos a atmosfera, embora seja formada uma fina película oxidante sobre a superfície que não deteriora o metal. Já os metais não nobres são todos os que oxidam em contato com o oxigênio, como o cobre, o alumínio, o níquel e o titânio, são fundamentais na fabricação de joias, sendo utilizados principalmente nas ligas de metais para melhorar suas propriedades mecânicas.

Na joalheria, os metais nobres possuem características de extrema importância, contudo, por serem macios demais, são combinados com outros metais, a fim de aumentar sua resistência, dureza e elasticidade, criando assim as ligas metálicas.

A seguir serão apresentados os metais nobres mais utilizados na produção de joias atualmente:



FIG.28: Anéis de madeira e para e colar de acrílico.

## OURO

De acordo com Santos (2013), o ouro é o metal mais dúctil e maleável, podendo se transformar em fios e lâminas muito finas, é muito macio e possui alta densidade ( $19 \text{ g/cm}^3$ ). Para utilizá-lo na produção de joias, necessita-se que seja criada uma liga metálica adicionando outros metais não nobres em sua composição.



FIG. 297: Pepita de ouro.

O ouro puro ou fino é o ouro 24 quilates (Figura 29), ele é extremamente maleável, na medida em que outros metais são adicionados a ele suas propriedades são melhoradas e modificadas, com isso seu quilate, também é modificado. O quilate do ouro (K) é a unidade de medida que identifica o teor de pureza, ou seja, a razão de sua massa sobre a massa total da peça.

Santos (2013) afirma que é possível modificar a cor do ouro, tudo depende dos metais colocados em sua liga. Uma pequena variação na porcentagem dos outros metais contribui para uma pequena variação da tonalidade, principalmente nas cores amarela e vermelha. A tabela abaixo mostra as diferentes cores que a liga de ouro 18K pode ter a partir da combinação de outros metais:

Cor	Ouro (%)	Prata(%)	Cobre(%)	Paládio(%)
Amarelo forte	75	12,5	12,5	-
Amarelo-palha	75	15	10	-
Rosa	75	10	15	-
Branco	75	15	-	10
Branco/Violeta	75	-	-	25

Tabela 06: Diferentes cores da liga de ouro 18K.

Existe também o ouro azul produzido através da combinação de ouro, prata e zinco e o ouro preto produzido através da combinação de ouro, prata e ferro.

## PRATA

Segundo Santos (2013), a prata pura (Figura 30) é muito maleável e dúctil, possui baixa densidade ( $10 \text{ g/cm}^3$ ) e assim como o ouro não apresenta uma pureza total, chegando a 99% de pureza. Também precisa ser misturada com outros metais para poder ser utilizada na joalheria. O enxofre e seus deri-

vados não reagem profundamente com a prata e fazem com que ela escureça (prata oxidada ou prata envelhecida).

Na joalheria, a pureza desse tipo de liga deve estar entre 800 e 999. Numa peça, o joalheiro, de acordo com a dureza requerida, pode utilizar prata de purezas diferentes. Por exemplo: alfinetes de broches (prata mais dura), virolas de gemas para cravação inglesa (prata mais macia), filigrana (prata 999) (SANTOS,2013).

A prata de lei ou prata esterlina deve possuir no mínimo 80% de pureza, essa porcentagem é estabelecida como padrão internacional na fabricação de joias. Atualmente, no Brasil, a prata de lei pode ser a 92,5% ou 95%, variando de acordo com a região.

A tabela ao lado mostra a proporção de prata e cobre presente em cada liga de prata:

Pureza	Prata (%)	Cobre (%)
999	100	-
950	95	5
925	92,5	7,5
800	80	20

Tabela 07: Proporção de prata.



FIG.30: Pepita de prata

## PLATINA

De acordo com Santos (2013), a platina é um dos metais mais densos, relativamente maleável, dúctil e resistente à corrosão pelo ar. Por ser raro, é mais valiosa que o ouro e a prata, porém é pouco utilizada na joalheria por esfriar muito rápido (Figura 31).



FIG.31: Pepita de platina.

## RÓDIO

Metal precioso da família do irídio é bastante resistente à corrosão. Por ser um dos metais mais duros que existe, é difícil de ser trabalhado à temperatura ambiente. O ródio tem alta reflexibilidade de luz e raramente é atacado por agentes oxidantes, por isso é bastante usado para dar acabamento em joias (Figura 32).



FIG. 32: Pepita de Ródio.



## CONCLUSÃO

Conclui-se que serão utilizados dois metais neste projeto, a prata com pureza 925 e o ouro 18 K. A prata será utilizada para a produção de toda a estrutura dos produtos, pois possui densidade e valor de mercado mais baixo que o do ouro, diminuindo assim o peso e o custo de fabricação dos mesmos. Já o ouro será utilizado no acabamento dos produtos, em um processo chamado banho de ouro, possibilitando assim uma maior variedade de acréscimo de cor.

### 3.3 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

A fabricação de joias pode ser artesanal ou industrial, no processo artesanal todas as etapas são realizadas por um único profissional, o ourives. A criação artesanal se destina a produção em baixa escala, ou para peças únicas (INFOJOIA, 2011).

No processo de fabricação industrial, a maior parte das etapas é realizada com a ajuda de máquinas, porém existem alguns processos que ainda são realizados manualmente, principalmente na etapa de cravação de gemas, montagem e acabamento das peças.

Como este projeto tem como objetivo a proposta de um produto comercial, a pesquisa foi focada em processos mais utilizados na fabricação industrial de joias. A seguir serão apresentados os processos mais utilizados na fabricação industrial:

**Fundição:** De acordo com Santo (2013), o principal objetivo deste processo é a reprodução de uma peça única ou uma série de peças, com grande precisão e economia, a partir de um modelo que pode ser confeccionado em metal, cera ou resina. A melhor forma para fazer um modelo para este processo é através de uma prototipagem rápida, onde uma impressora 3D faz a leitura do arquivo 3D e através de foto polimerização confecciona um protótipo do produto em resina plástica. Este processo pode produzir detalhes de até 0,035 milímetros, criando assim joias que seriam impossíveis de serem produzidas por um ourives (LEMNISJOIAS, 2015) (Figura 33).



FIG.33: Anel produzido através do processo de fundição.

**Estampagem ou Estamparia:** Processo de corte, deformação, dobramento e encurvamento de uma lâmina metálica, através da prensagem de uma matriz (INFOJOIA 2011) (Figura 34).



FIG.34: Joias produzidas através do processo de Estampagem.

**Eletroformação:** O processo de eletroformação consiste em banhar o molde de cera de uma peça com uma liga metálica, depois o molde é derretido, sobrando só a peça metálica. Através deste processo podem-se criar peças muito grandes, porém muito leves e resistentes (INFOJOIA 2011) (Figura 35).



FIG.35: Joias produzidas através do processo de eletroformação.

## CONCLUSÃO

O processo de Fundição foi o processo selecionado para ser utilizado por este projeto, por possuir uma tecnologia mais avançada entre os demais processos, possibilitando a confecção de joias em grande escala e com alto nível de precisão.

### 3.4 LAPIDAÇÃO DE GEMAS

De acordo com Schumann (2009), a lapidação é a técnica para modelar, polir e facetar as gemas, e tem como objetivo ressaltar as características ópticas para que estas sejam usadas em objetos de adorno pessoal. Alguns fatores como a posição das inclusões, fraturas e local em que a cor esta concentrada, determinam o tipo de lapidação que a gema poderá receber. A escolha do tipo de lapidação utilizada depende também das características que se pretende realçar em uma gema.

Baseando-se na impressão óptica das gemas lapidadas, podemos dividi-las em quatro grupos, ou tipos de lapidação: lisa, mista, facetada e diferenciada.

**Lapidação Facetada:** Recebe esse nome devido a uma variedade de planos pequenos, as facetas. Ela é usada em gemas transparentes para potencializar a reflexão da luz. Existem diversos tipos de lapidação com facetas: lapidação brilhante, oito por oito, degrau, tesoura, esmeralda etc. O formato também é variado, podendo ser redondo, oval, gota, quadrada (carré), retangular, baguete, triangular, formas livres, entre outras (Figura 36).

As gemas facetadas, de um modo geral, possuem principalmente três partes: coroa, cintura (rondizio) e pavilhão (Figura 37)

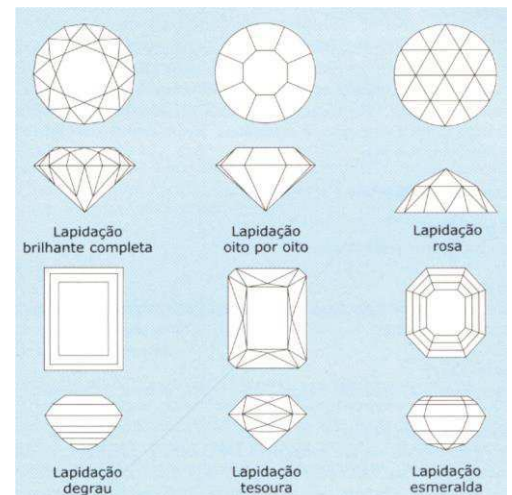


FIG.36: Alguns tipos de lapidação facetada.

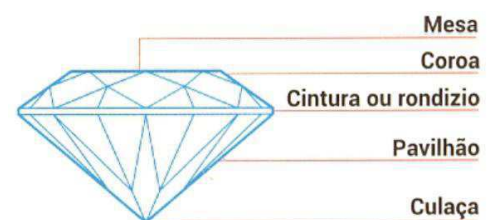


FIG.37: Ilustração das partes das gemas.

**Lapidação Lisa:** Pode ser realizada de forma plana ou convexa, como um cabochão ou uma esfera. Nenhuma faceta interrompe a superfície da gema. O Cabochão pode ser de três tipos, o simples, o duplo convexo e o convexo-côncavo (Figura 38).



FIG.38: Tipos de lapidação cabochão.

**Lapidação Mista:** É a combinação da lapidação em facetas e da lisa. Na parte superior ou inferior, a gema tem facetas, ou degraus e na outra parte ela é polida, lisa ou arredondada. Às vezes existem lapidações em que o talhe misto está no mesmo lado da gema (Figura 39).

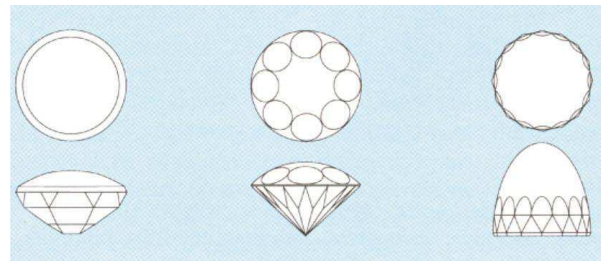


FIG.39: Tipos de lapidação mista.

**Lapidação Diferenciada:** Este tipo de lapidação foi criado a partir da tentativa de fugir dos padrões já existentes no universo da lapidação, se enquadram neste caso, gemas que são lapidadas com faces côncavas, irregulares e com formas orgânicas que fogem do princípio da simetria (Figura 40).



FIG.40: Exemplo de lapidação diferenciada.

## CONCLUSÃO

Neste projeto será utilizada a lapidação facetada, pois esta é a técnica que melhor potencializa a combinação das propriedades ópticas das gemas, como cor, brilho e transparência.

### 3.5 CRAVAÇÃO DE GEMAS

Segundo Santos (2013), a cravação trata-se de uma técnica muito antiga de fixar gemas na joia. Existem várias técnicas, e a gema, sua lapidação e o próprio desenho da joia determinam qual delas é a melhor para ser adotada.

O designer e o cravador devem conhecer as propriedades das gemas, principalmente sua dureza, para a escolha adequada do tipo de cravação, evitando problemas de rachaduras na gema. A luminosidade é um dos pontos mais importantes para que as propriedades ópticas das gemas sejam ressaltadas, portanto, dependendo da gema usada, é preciso escolher uma cravação que permita a entrada de luz.

A seguir serão apresentados os tipos de cravação mais utilizados atualmente na joalheria:

**Cravação Inglesa:** A gema é presa em seu entorno pelo metal, que ao envolvê-la, a protege. É bastante utilizada em gemas cabochão e também pode ser utilizada em gemas com lapidação facetada, porém este método diminui a incidência de luz na gema (Figura 41).

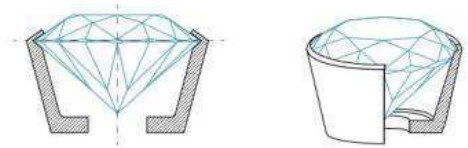


FIG.41: Cravação inglesa.

**Cravação de Trilho ou Carré:** As gemas são colocadas em um trilho com paredes paralelas e fixadas em sulcos feitos na parte interna desse trilho. A gema entra no sulco, e o metal é colocado sobre ela, fixando e protegendo (Figura 42).

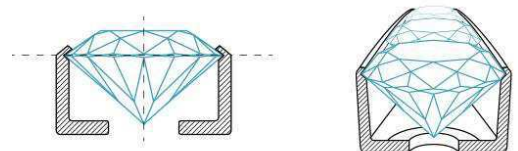


FIG.42: Cravação de trilho.

**Cravação por Tensão ou Pressão:** A gema é fixada por meio da tensão que o metal exerce sobre ela. Nessa técnica a gema é encaixada em dois sulcos feitos na lateral interna do metal (Figura 43).

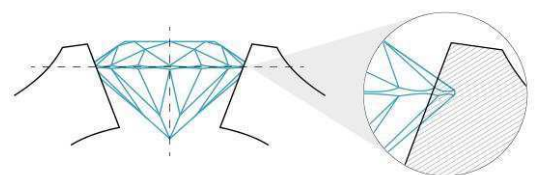


FIG.43: Cravação por tensão.

**Cravação Pavê:** As gemas são cravadas uma do lado da outra, cobrindo a superfície parcial ou totalmente, e acomodadas em furos feitos na chapa de maneira precisa e presas por pequenos grãos levantados do próprio metal com a ajuda de um buril (Figura 44).

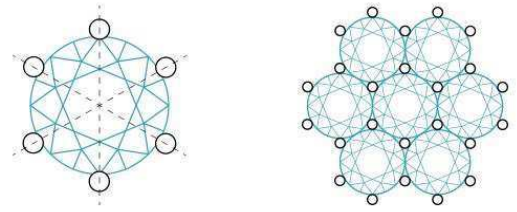


FIG.44: Cravação Pavê.

**Cravação com Garras:** Quando se trabalha com garras, deve-se fazer também uma virola que servirá de base para a gema assentar. Por essa razão a virola precisa ser menor que a gema. O tamanho, o formato da gema e o desenho da joia determinam o modelo e a espessura da estrutura e o tipo de garra a ser feito. Este método evidencia a gema, pois utiliza pequena quantidade de metal (Figura 45).

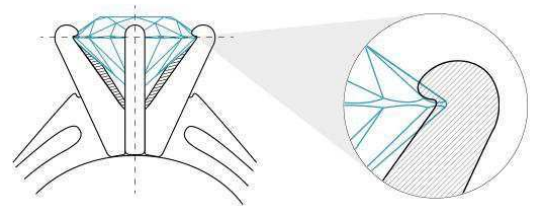


FIG.45: Cravação com garras.

## CONCLUSÃO

Os tipos de cravações utilizados nas peças deste projeto serão determinados pelo desenho de cada peça, porém durante o processo de criação os tipos de cravação que proporcionarem mais incidência de luz na gema serão sempre priorizados.

## 3.6 ANÁLISE ERGONÔMICA

Os fatores ergonômicos relacionados ao peso das peças utilizadas como adorno corporal são geralmente aplicados aos brincos, e de acordo com os estudos realizados por Sousa (2012), o peso considerado confortável pela maioria das usuárias entrevistadas foi de até nove gramas. O brinco de dez gramas foi considerado um pouco desconfortável, porém ainda seria utilizado sem problemas. A partir de dez gramas os brincos começam a se tornar pesados, aumentando o desconforto na medida em que se aumentam as gramas, inco-

modando a usuária e tracionando o lóbulo da orelha cada vez mais.

Em relação ao comprimento e espessura de anéis, segundo Sousa (2012), os mesmos precisam ter uma espessura mínima de 0,6 mm para que eles não sejam amassados pelo usuário ou por eventuais acidentes e os anéis com espessura a partir de dois mm geram incômodo aos usuários.

De acordo com os testes realizados por Sousa (2012), os anéis com largura a partir de cinco mm começam a incomodar o usuário. O desconforto acontece no momento em que o usuário fecha a mão. Até dez mm de largura é possível fechar a mão, embora exista um pouco de desconforto, a partir desta largura não é possível fechar a mão, pois o anel pode machucar o dedo. Assim como os calçados e as roupas, existe um padrão de medidas adotado para calcular o diâmetro interno dos anéis, através de um instrumento chamado Tribulé (Figura 46).



FIG. 468: Tribulé para anéis.

Os fatores ergonômicos relacionados aos tipos de acabamentos e extremidades pontiagudas são aplicados a todos os tipos de adorno corporais, uma vez que qualquer peça que possuir extremidades pontiagudas que possam machucar e/ou acabamentos que provoquem lesões ou gerem desconforto ao usuário estarão mais suscetíveis a não serem comprados.

Também existem tribulés de busto (Figura 47), que determina o comprimento das correntes para colares. Porém as medidas variam de acordo com o fabricante, além dos instrumentos utilizados na indústria e no varejo serem diferentes, causando assim transtornos ao consumidor, que não consegue identificar com facilidade o seu tamanho (INFOJOIA, 2011).



FIG.47: Tribulé para colares.

## CONCLUSÃO

Através da análise das considerações ergonômicas a serem respeitadas para garantir conforto no uso da joia pelo usuário, estabelecemos alguns fatores importantes para o desenvolvimento dos produtos que podem vir a fazer parte do escopo deste projeto:

- O anel desenvolvido neste projeto deve possuir espessura de no mínimo 0,6 mm e no máximo 2 mm.
- O anel desenvolvido neste projeto deve possuir até 10 mm de largura.
- O brinco desenvolvido neste projeto deve possuir no máximo 10 gramas.

## 4 REQUISITOS E PARÂMETROS

Após a conclusão do levantamento e análise de dados, foram definidos os requisitos e parâmetros para a criação dos conceitos e desenvolvimento do produto.

Categoria	Requisitos	Parâmetros
Estrutural	Utilizar gemas que não apresentem dificuldades para a lapidação, cravação e montagem das peças.	Gemas com grau de dureza de no mínimo sete na escala de Mohs.
	Utilizar liga metálica maleável e dúctil com baixa densidade.	Liga metálica de Prata.
Estrutural	Utilizar processo de fabricação que possibilite a produção de peças em grande escala com alto nível de precisão	Processo de Fundição.
	Utilizar técnica de lapidação que potencialize as propriedades ópticas das gemas.	Lapidação Facetada.




Estético	<p>Utilizar gemas que após a lapidação possuam maior atrativo visual.</p> <p>Utilizar escala cromática natural dentre as gemas do estado da Paraíba</p> <p>Utilizar nas peças desenvolvidas liga metálica que possibilite a adição de cores.</p>	<p>Gemas que combinem propriedades ópticas como cor e transparência/translucidez.</p> <p>Gradação tonal formada por:</p>  <p>Liga metálica de ouro.</p>
Ergonômico	<p>Utilizar nas peças desenvolvidas, peso, espessura, largura e acabamentos que proporcionem conforto ao usuário.</p>	<p>O anel deve ter espessura de no mínimo 0,6mm e no máximo 2 mm.</p> <p>O anel deve possuir largura de até 10 mm.</p> <p>O brinco deve possuir no máximo 10 gramas.</p>

Tabela 08: Requisitos e Parâmetros.

## 4.1 ANÁLISE DE MERCADO

O mercado mundial de joias, semi-joias e bijuterias tem crescido a cada ano. As estimativas são de que as vendas anuais terão um crescimento de até 6% nos próximos anos. Foram 148 bilhões de dólares em vendas em 2014, que revelam um mercado cada vez mais aquecido. Segundo relatório da McKinsey Global Institute estima-se que as vendas anuais do setor chegarão a US\$250 bilhões/ano até 2020 (JOIALERISMO, 2015).

Atualmente o Brasil é um dos 15 maiores países produtores de joias em ouro no mundo, a pesquisa foi conduzida entre 261 indústrias dos setores de lapidação, artefatos de pedra, joalheria de ouro, folheados e bijuterias. São 22 toneladas de peças criadas e comercializadas, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM, 2015).

As empresas brasileiras se mostram confiantes na expansão da produção, para acompanhar o mercado que evolui em consonância com o desenvolvimento da indústria e do comportamento do consumidor. O mercado de semi-joias e bijuterias também têm contribuído para essa expansão. Atualmente, são cerca de três mil empresas de semi-joias e bijuterias em atividade no país que, juntas, faturam em torno de R\$ 600 milhões. Do total de exportações dos produtos folheados brasileiros, 70% são para países importantes no cenário mundial de joias, como Estados Unidos, Alemanha e Canadá (JOIALERISMO, 2015).

A produção brasileira de ouro em 2014 foi estimada em 90 toneladas, das quais 32 toneladas foram consumidas pelo setor de joias, com parcela crescente sendo destinada à indústria de folheados. Segundo o relatório The Gold Survey, esta parcela poderia atingir 25% do consumo (IBGM, 2015).

Segundo o IBGM (2015), o setor de joalheria é o maior consumidor global de ouro, respondendo por aproximadamente 50% do volume total consumido, ou seja, pouco mais do que 2.200 toneladas previstas em 2014. Neste setor tradições culturais de presentear com joias de ouro continua sendo um importante vetor de crescimento do consumo. Nos Estados Unidos este mercado movimentou US\$ 9,7 bilhões em 2014.

## 4.2 PERFIL DO CONSUMIDOR

Mulheres com idade acima de 24 anos, independentes, bem sucedidas profissionalmente, que possuem poder de compra e que investem em produtos que reflitam sua personalidade.



FIG.48: Painel do usuário.

## 5 ANTEPROJETO

A fase do anteprojeto será apresentada nas etapas a seguir:

### PAINÉIS SEMÂNTICOS

Foram elaborados painéis com paisagens, elementos naturais e com a flora do sertão paraibano, de onde foram retiradas formas que serviram como referência para a geração de ideias iniciais (Figura 49 e 50).

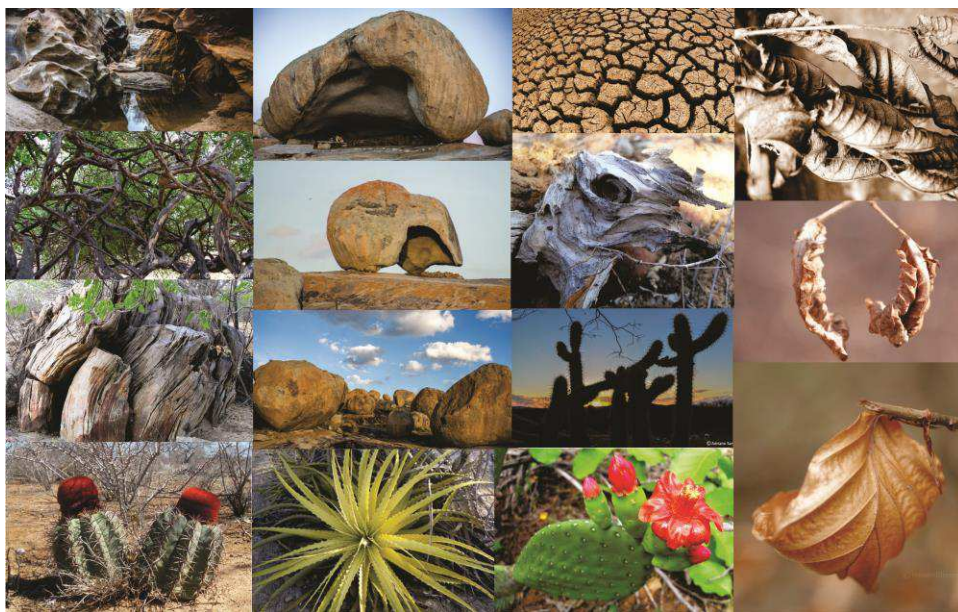


FIG.49: Painel Semântico.



FIG. 9: Painel Semântico.

## IDEIAS INICIAIS

A partir da extração de formas dos painéis semânticos, utilizando técnicas de metodologia visual, foram criadas aproximadamente 130 ideias iniciais para a geração de conceitos (figura 51). Ver Apêndice 1.



FIG.51: Geração de ideias.

## SELEÇÃO DE SEIS IDEIAS PARA A GERAÇÃO DE CONCEITOS

Após a criação das ideias iniciais, foram escolhidas seis para a geração e desenvolvimento dos conceitos do projeto (Figura 52).

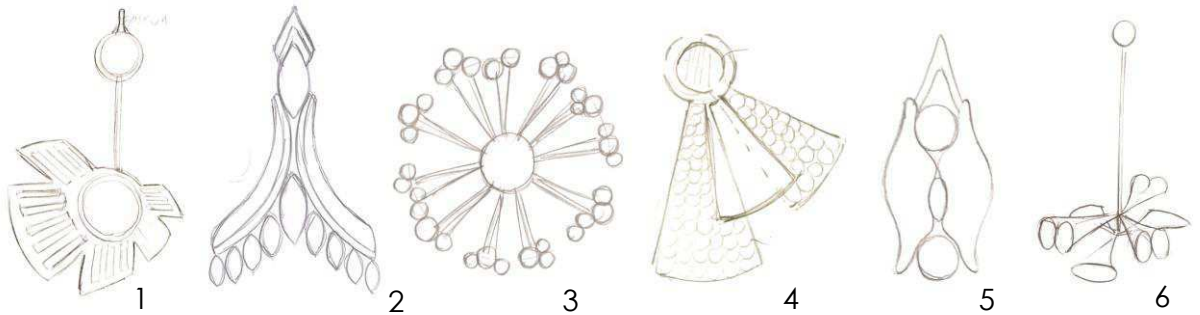


FIG.52: Ideias selecionadas.

## DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS

### CONCEITO 1

A partir das ideias iniciais ao lado (Figura 53), foi realizado a aplicação de gemas na peça, buscando harmonia entre as gemas e a forma.

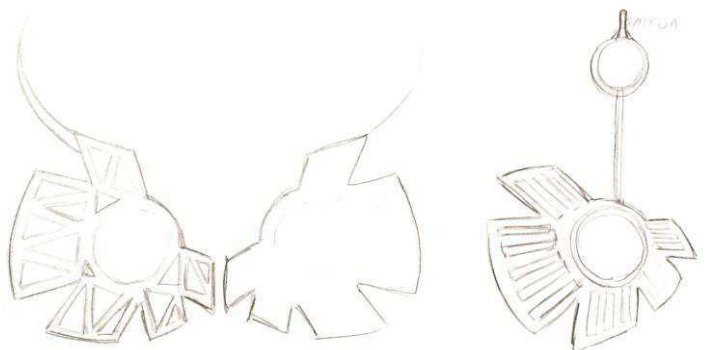


FIG. 5310: Ideias iniciais.

Foi aplicada uma gema central e outras gemas triangulares preenchendo a forma do brinco. Primeiro as gemas triangulares regulares foram aplicadas, porém elas não apresentaram harmonia, com isso, foram substituídas por gemas triangulares irregulares (Figura 54).

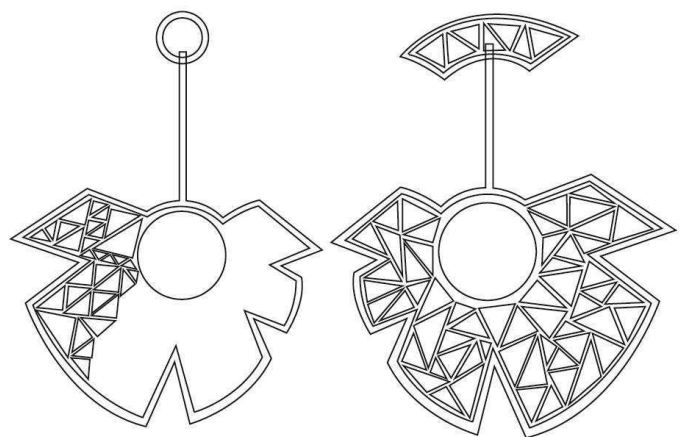


FIG. 54: Aplicação de gemas.

Posteriormente foi produzido um mock-up em cartão de sapa-teiro para a observação do volume da peça e aplicação de imitações das gemas que serão utilizadas neste projeto (Figura 55).

A produção dos mock-ups apresentou problemas em relação aos materiais utilizados, principalmente com o material utilizado nas imitações das gemas, por não possuir bom acabamento e cores semelhantes. Devido a isto, a produção de mock-ups não foi satisfatória.



FIG.55: Mock- ups.

A última etapa foi a produção de renderings 3D, com o objetivo de reproduzir virtualmente a cor e o acabamento do metal utilizado e a aplicação das gemas de forma mais satisfatória. A forma de cravação das gemas e mecanismos funcionais, como os fechos, não foram trabalhados nesta etapa (Figura 56).



FIG.56: Rendering 3D do conceito.

## CONCEITO 2

A partir das ideias iniciais ao lado (Figura 57), a forma inicial do brinco passou por modificações para se tornar mais atrativa. (Figura 58).

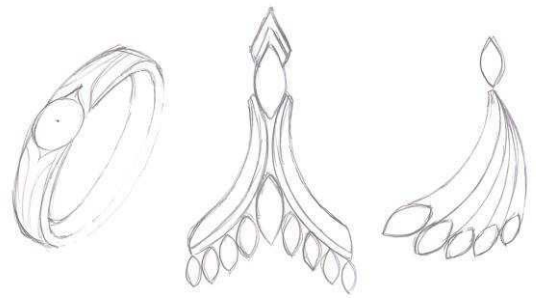


FIG. 57: Ideias iniciais.

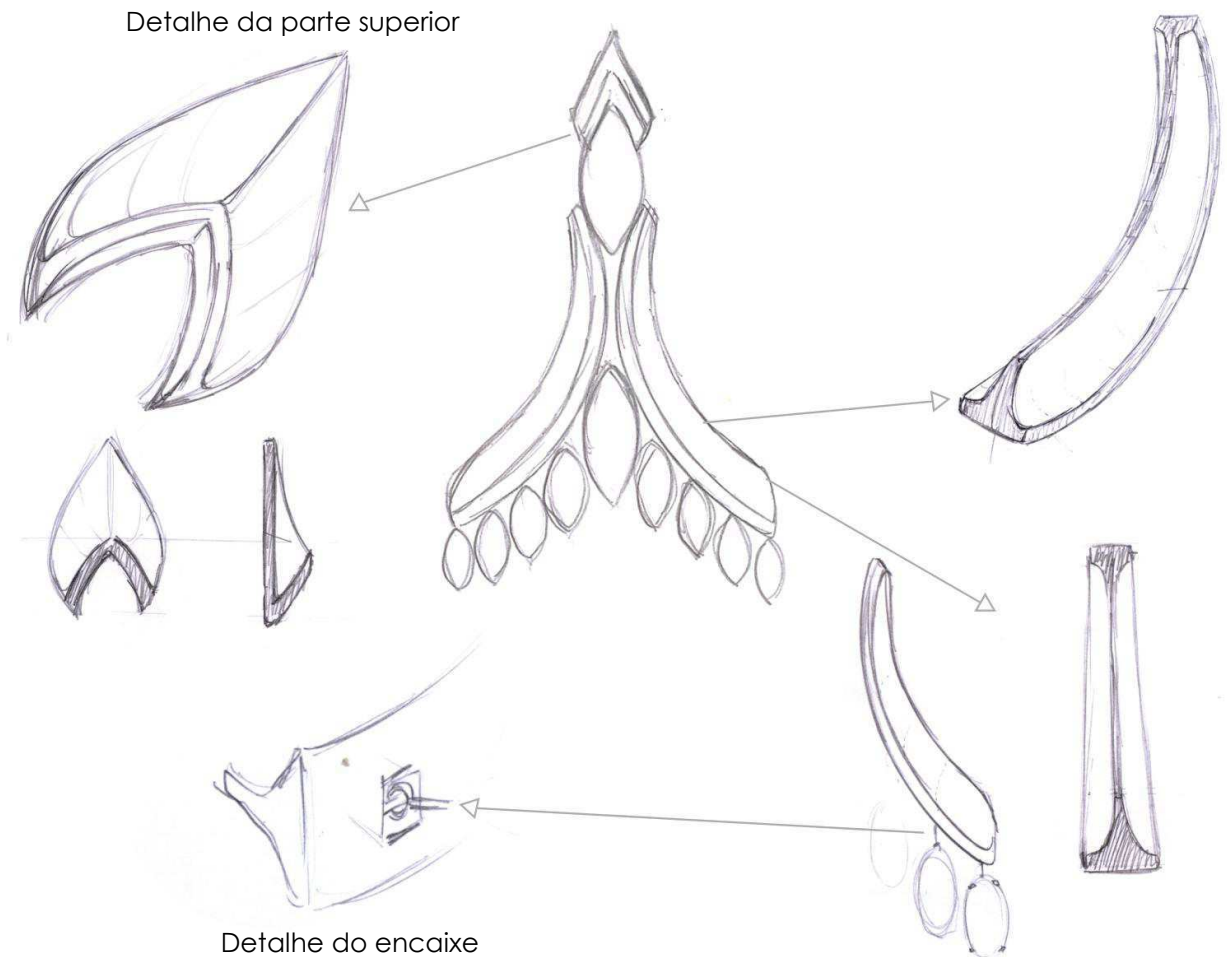


FIG.58: Modificações na forma.

Foram realizadas duas alternativas de combinações da forma da peça, visando possibilitar a utilização de mais gemas, porém concluiu-se que a opção inicial seria a utilizada para as próximas etapas do desenvolvimento (Figura 59).

Posteriormente foi produzido um mock-up para a observação do volume da peça e aplicação de imitações das

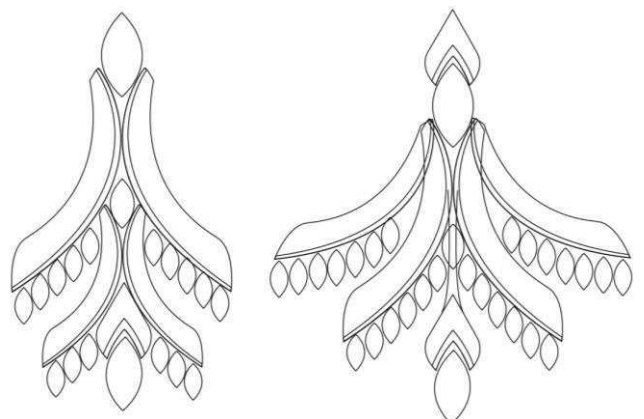


FIG.59: Geração de alternativas.



gemas que serão utilizadas neste projeto (Figura 60).

Como no conceito anterior a produção dos mock-ups apresentou problemas em relação ao material disponível para simular as gemas e com os materiais disponíveis para a confecção da estrutura da peça. Foram feitos testes com a utilização de biscoito, isopor e cera, porém nenhum dos materiais possibilitava a reprodução dos detalhes da peça, assim a produção de mock-ups foi encerrada neste conceito por não apresentar resultados satisfatórios.

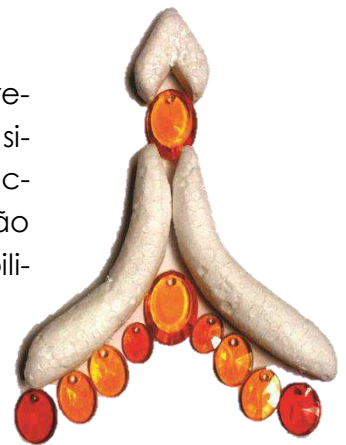


FIG.60: Mock - up.

A última etapa foi à produção de renderings 3D, com o objetivo de reproduzir virtualmente a cor e o acabamento do metal utilizado e a aplicação das gemas de forma mais satisfatória. (Figura 61).



FIG.61: Renderings 3D do conceito.

Durante esta etapa foi definido que as quatro gemas laterais seriam cravadas através de garras e que seriam presas através de um mecanismo funcional no interior da estrutura de metal (Figura 62).



FIG.62: Detalhe do mecanismo funcional.

### CONCEITO 3

A partir da ideia inicial ao lado (Figura 63), foi feito um estudo para explorar a evolução formal buscando preencher a circunferência externa da forma mais harmoniosa possível (Figura 64).

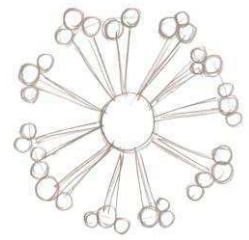


FIG. 11: Ideia inicial.

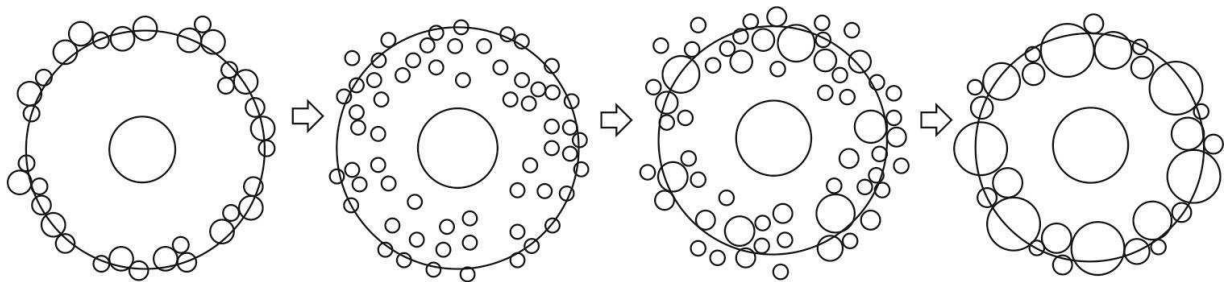
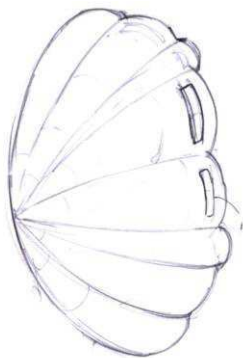


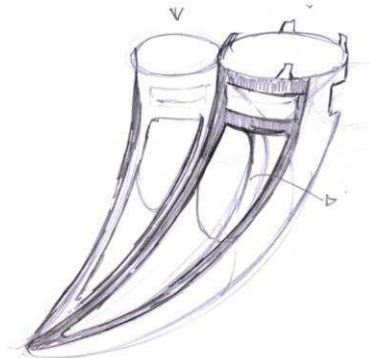
FIG.64: Evolução da forma.

Após chegar à composição desejada, iniciou-se o desenvolvimento do conceito (Figura 65).

Perspectiva posterior



Detalhe parte interna



Corte da vista lateral

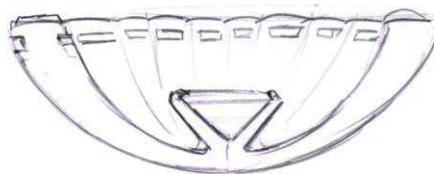


FIG.65: Desenvolvimento do conceito.

Após o desenvolvimento do conceito, foi realizado um estudo básico de aplicação das gemas, onde as mesmas estariam dispostas de uma forma que simulasse uma explosão de fogo (Figura 66).

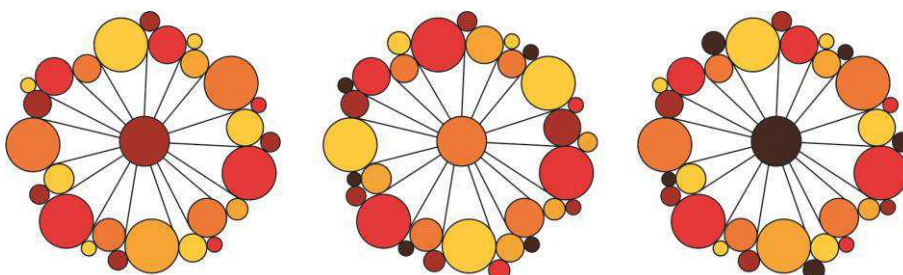


FIG.66: Aplicação de gemas.

Como a confecção de mock-ups não foi satisfatória nos dois conceitos anteriores, neste conceito partimos para a última etapa, a produção de rendering 3D, visando à reprodução da cor e acabamento do metal e a aplicação das gemas (Figura 67).

Algumas soluções estruturais geradas anteriormente podem ser mais bem visualizadas na etapa de confecção dos modelos 3D, como por exemplo, o corte frontal e posterior que as estruturas que cravam as gemas receberam para aumentar a incidência de luz (Figura 68 e 69). Outro detalhe que pode ser mais bem visualizado é o rebaixo da parte interna que cada estrutura que acomoda a gema possui, este rebaixo torna a estrutura côncava (Figura 69).



FIG.67: Rendering 3D do conceito.

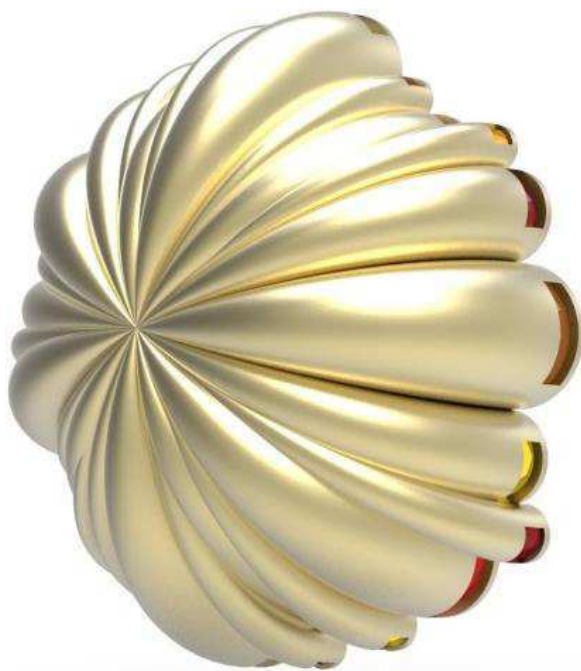


FIG.68: Rendering 3D da parte posterior do conceito



FIG 69: Detalhes estruturais do conceito.

## CONCEITO 4

A partir da ideia inicial ao lado (Figura 70), foi realizado um estudo básico de aplicação de gemas e cor no metal da peça, para posteriormente dar-se início a produção do rendering 3D (Figura 71).

O desenvolvimento do conceito foi realizado na etapa do rendering 3D, pois o software proporcionava melhores recursos para soluções de sistemas funcionais, aplicação das gemas e aplicação de cor e acabamento do metal utilizado. O conceito desenvolvido possui um sistema funcional interno que possibilita o movimento das peças A, B e C, fazendo com que o usuário possa modificar a configuração do conceito (Figura 72).



FIG.70: Ideias iniciais.

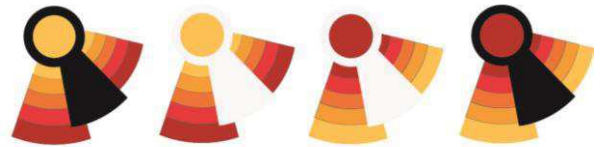
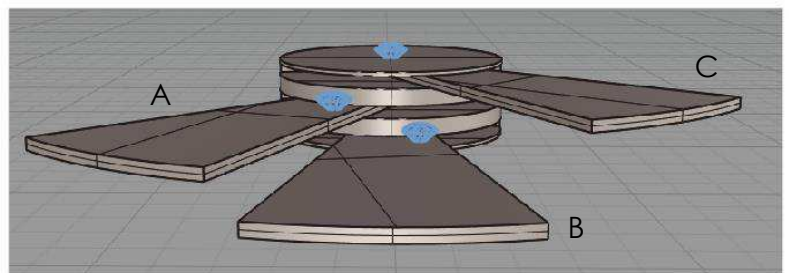


FIG.71: Aplicação de gemas.



Após o desenvolvimento do sistema funcional, as gemas e a cor do metal foram aplicadas no rendering (Figura 73), porém o conceito apresentava algumas inviabilidades técnicas referentes ao funcionamento do sistema funcional e referentes à cravação das gemas, pois seria necessário realizar o processo de micro cravação. Este processo necessita de uma tecnologia que não existe no Brasil e é geralmente utilizado na cravação de gemas sintéticas em semi joias.

FIG. 72: Detalhe do sistema funcional.



FIG.73: Rendering 3D do conceito.

## CONCEITO 5

A partir da ideia inicial ao lado (Figura 74), foi realizado um estudo básico de aplicação de gemas e cor no metal da peça, para posteriormente dar-se início a produção do rendering 3D (Figura 75).

Durante a etapa de confecção do rendering 3D foi definido que as gemas do conceito seriam cravadas através de garras e que o brinco possuiria articulações para gerar balanço durante o uso (Figura 76). Foi simulada a utilização de ouro amarelo e ouro negro nos renderings, porém a simulação não foi satisfatória (Figura 77).

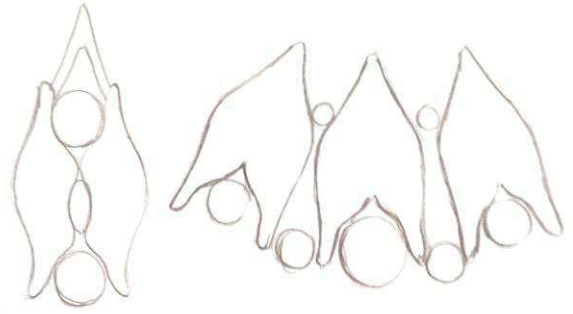


FIG.74: Ideias iniciais.

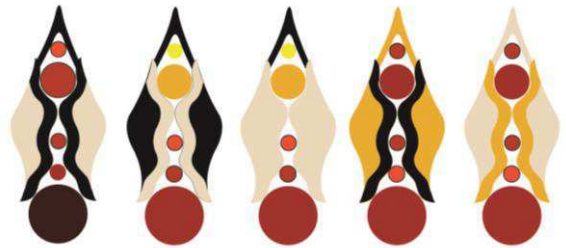


FIG 75: Aplicação de gemas e cor.



FIG. 76: Detalhes de cravação.



FIG. 77: Rendering 3D do conceito.

## CONCEITO 6

A partir da ideia inicial ao lado (Figura 78), foi realizado o desenvolvimento do conceito utilizando técnicas de metodologia visual até que sua forma final fosse alcançada (Figura 79).



FIG.78: Ideia inicial.

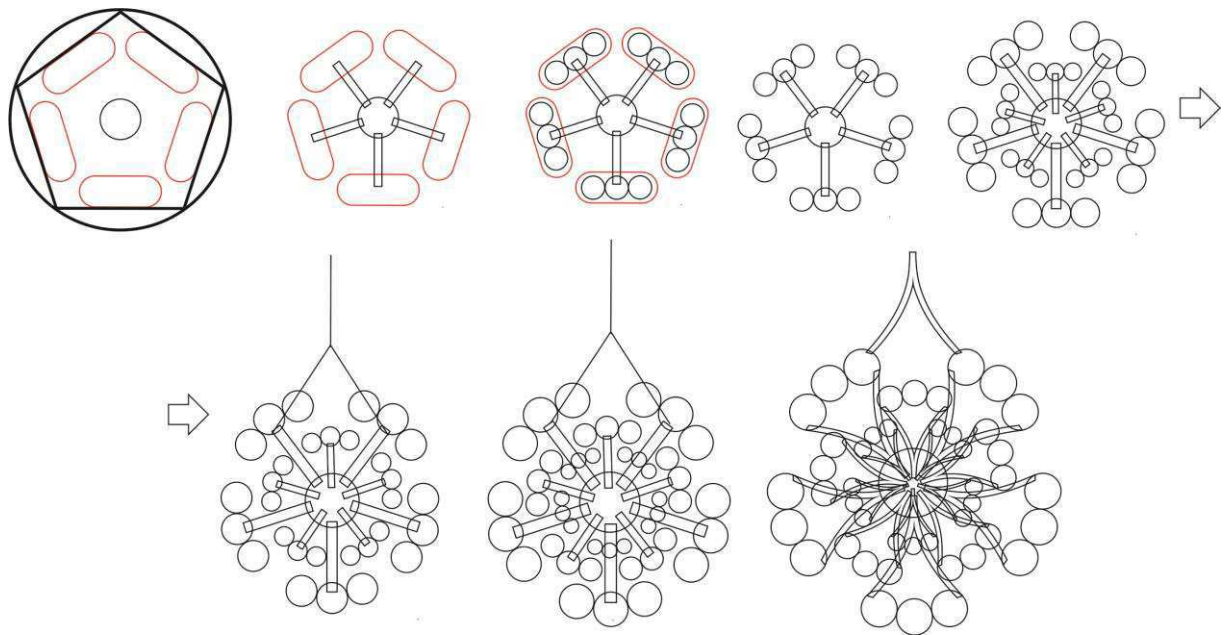


FIG.79: Desenvolvimento do conceito.

Foi realizado também o desenvolvimento da forma da haste que será utilizada na sustentação dos módulos e na sustentação do brinco. A repetição da forma

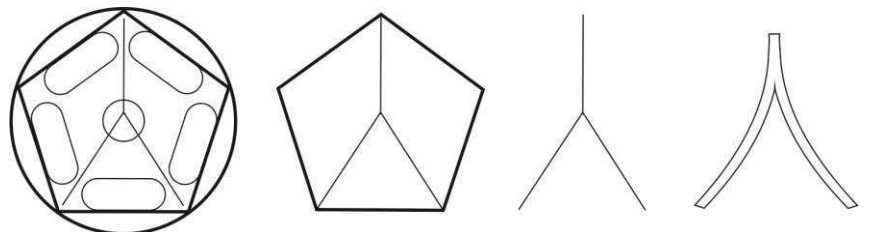


FIG.80: Desenvolvimento do conceito

da haste tem o objetivo de tornar a forma geral do conceito mais harmoniosa (Figura 80). Após o desenvolvimento formal da peça, foi realizado um estudo básico da aplicação de gemas no conceito para ser utilizado posteriormente na produção do rendering 3D (Figura 81).

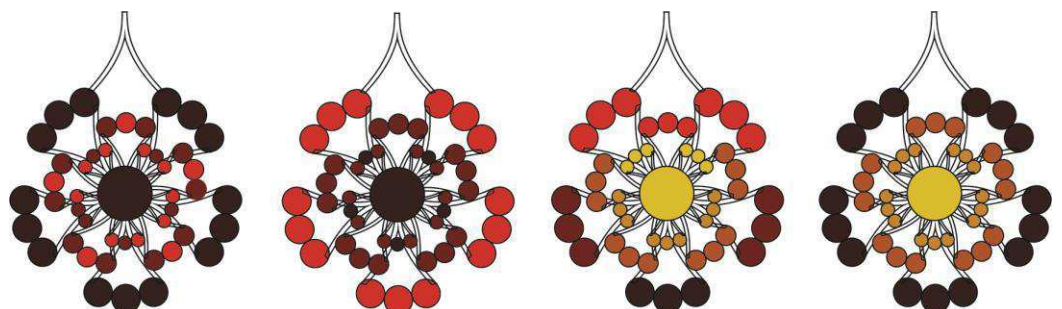


FIG 81: Aplicação de gemas.

A terceira etapa foi o detalhamento da cravação das gemas e das hastes dos módulos das gemas, para serem utilizados posteriormente na produção do rendering 3D (Figura 82).

Na quarta e última etapa foi realizada a produção do rendering 3D do conceito. Nesta etapa foram utilizados os estudos de aplicações de gemas feitos anteriormente (Figura 83).

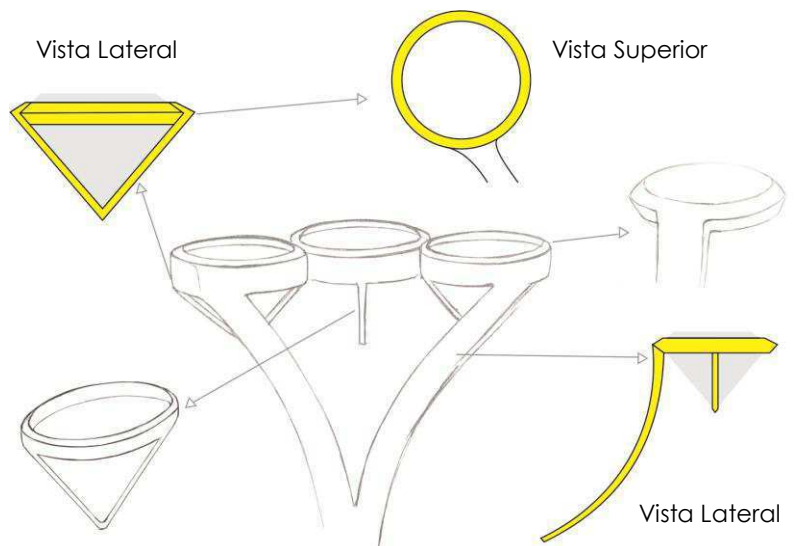


FIG. 82: Detalhamento da cravação.



FIG. 83: Estudo de aplicação de gemas nos renderings 3D.

O modelo 3D possibilitou que o conceito fosse visto em perspectiva, proporcionando uma melhor observação da disposição dos quinze módulos que compõem o produto (Figura 84).



FIG. 84: Perspectiva do conceito.

## 6 CONCEITO SELECIONADO

Após a etapa de desenvolvimento de conceitos apresentados anteriormente, o conceito 3 foi selecionado por possibilitar a melhor forma de utilização da escala cromática formada pela combinação das gemas selecionadas e por apresentar um conjunto de qualidades formais, cuja combinação mais se aproxima do propósito formal deste projeto.

Este trabalho tem como propósito formal principal explorar a escala cromática das gemas selecionadas (Citrino, Quartzo Enfumaçado e Granada), partindo da ideia de expansão, explosão, onde várias partículas de tamanhos e cores diferentes são dispersas aleatoriamente a partir da fragmentação de um núcleo.

Realizando uma análise da forma no conceito selecionado é possível identificar como a principal técnica de comunicação visual, o Acaso, uma vez que as gemas foram posicionadas ao longo da estrutura radial do produto sem o objetivo de seguir um padrão, sugerindo uma organização aleatória. A forma como as gemas foram posicionadas apresenta uma composição assimétrica da forma, promovendo um maior dinamismo ao produto (Figura 85).

Posteriormente identificamos que a utilização de grande quantidade de gemas com diferentes tamanhos, reforça a diversidade dimensional do produto, enriquecendo-o visualmente e tornando-o espontâneo e incomum (Figura 86).

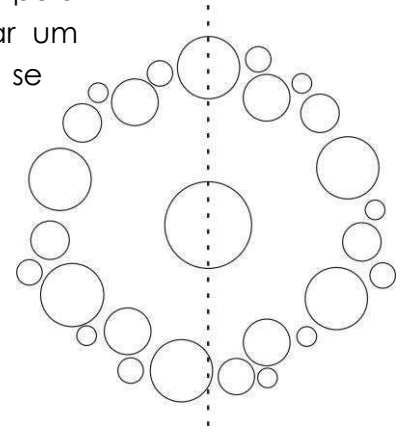


FIG. 85: Eixo Simétrico.



FIG. 86: Diversidade dimensional do produto.



## 6.1 REFINAMENTO DO CONCEITO

Nesta etapa de refinamento do conceito, por motivos ergonômicos e de custo de fabricação, a estrutura de metal do produto foi reduzida (Figura 87).

Após esta mudança estrutural no produto, notou-se a falta de elementos entre a gema central e a circunferência formada pelo posicionamento das demais gemas, com isso, a gema central teve seu tamanho ampliado e mais nove gemas foram adicionadas ao produto (Figura 88).

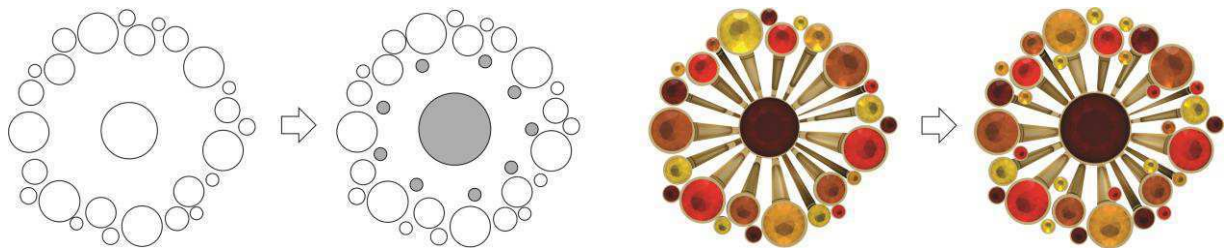


FIG.87: Refinamento da estrutura.

Posteriormente foi realizado um aperfeiçoamento na forma das hastes do produto, com o objetivo de simplificar a forma e reduzir a utilização de metal. Foi estabelecido também um novo posicionamento das gemas, desta vez utilizando as três gemas (Citrino, Quartzo Enfumaçado e Granada) selecionadas para este projeto (Figura 89).

Com a adição de mais unidades de gemas ao produto, sua expressividade foi ampliada, tornando-o complexo e extravagante. A simplificação da estrutura do produto diminuiu grande parte de sua conexão visual, sugerindo que seus elementos (as gemas) possuem conexões delicadas, reforçando assim a qualidade individual das partes do todo.

Por fim, a estrutura de metal final da peça, combinada com as qualidades formais identificadas através da disposição das gemas, reforçam ao produto a ideia de expansão e fragmentação. Desta maneira o produto alcança o objetivo formal deste projeto em relação à aplicação da escala cromática como recurso para valorização das gemas.



FIG.89: Posicionamento final das gemas e aperfeiçoamento das hastes.

## 7 APLICAÇÃO DE COR E ACABAMENTO

Os estudos de aplicação de cor e acabamento no metal foram realizados antes do detalhamento técnico, com o objetivo de apresentar o produto final já com a cor e acabamento que melhor atende ao objetivo principal deste projeto, a valorização das características ópticas das gemas aqui utilizadas.

Para tanto utilizamos quatro variações de cor do ouro: ouro amarelo, ouro envelhecido, ouro branco e ouro negro.

O estudo do tipo de acabamento foi realizado com dois tipos de acabamentos, o acabamento polido e o acabamento fosco.

As imagens do estudo de cor e acabamento serão apresentadas a seguir:

- Ouro Amarelo com acabamento polido:



FIG. 91: Bracelete em ouro amarelo com acabamento polido



FIG. 92: Anel em ouro amarelo com acabamento polido.



FIG.90: Brinco em ouro amarelo com acabamento polido.

- Ouro amarelo com acabamento fosco



FIG. 93: Bracelete em ouro amarelo com acabamento fosco.



FIG 95: Anel em ouro amarelo com acabamento fosco.



FIG.94: Brinco em ouro amarelo com acabamento fosco.

- Ouro branco com acabamento polido:



FIG. 96: Bracelete em ouro branco com acabamento polido.



FIG. 98: Anel em ouro branco com acabamento polido.



FIG. 12: Brinco em ouro branco com acabamento polido.

- Ouro branco com acabamento fosco:



FIG. 100: Bracelete em ouro branco com acabamento fosco.



FIG. 101: Anel em ouro branco com acabamento fosco.



FIG. 99: Brinco em ouro branco com acabamento fosco.

- Ouro envelhecido com acabamento polido:



FIG.103: Bracelete em ouro envelhecido com acabamento polido.



FIG.104: Anel em ouro envelhecido com acabamento polido.



FIG.102: Brinco em ouro envelhecido com acabamento polido.

- Ouro envelhecido com acabamento fosco:



FIG.105: Bracelete em ouro envelhecido com acabamento fosco



FIG.107: Anel em ouro envelhecido com acabamento fosco.



FIG.106: Brinco em ouro envelhecido com acabamento fosco.

- Ouro negro com acabamento polido:



FIG.108: Bracelete em ouro negro com acabamento polido.



FIG.110: Anel em ouro negro com acabamento polido.



FIG.109: Brinco em ouro negro com acabamento polido.

- Ouro negro com acabamento fosco:

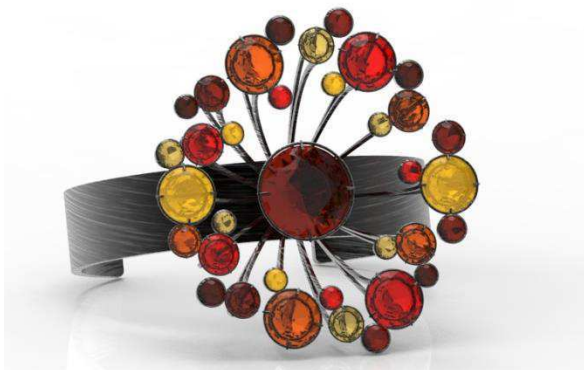


FIG.112: Bracelete em ouro negro com acabamento fosco.



FIG.113: Anel em ouro negro com acabamento fosco.



FIG.111: Brinco em ouro negro com acabamento fosco.

## CONCLUSÃO

A partir da observação das imagens acima apresentadas, concluiu-se que a liga metálica de ouro utilizada para o acabamento dos produtos desenvolvidos será a de ouro envelhecido, pois dentre as tonalidades utilizadas neste estudo, foi a que apresentou maior harmonia entre as estruturas metálicas e a composição cromática de cores quentes, gerada através da combinação das gemas.

Quanto ao acabamento das estruturas de metal, concluiu-se que o acabamento polido será o mais adequado, uma vez que o mesmo proporciona maior reflexão de luz nas estruturas metálicas, tornando assim o produto, visualmente mais atrativo além de valorizar também a escala cromática das gemas utilizadas.

## 8 DETALHAMENTO TÉCNICO

O conjunto definido para este projeto foi o conjunto do tipo B (pág. 23), composto por um par de brincos, anel e bracelete.

A seguir será apresentado o detalhamento técnico destas três peças, abordando seus sistemas funcionais, dimensionamento básico, tipos de lapidação, cravação e tamanho das gemas utilizadas, usabilidade, processo de fabricação, valores de investimento e desenho técnico.

### 8.1 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

A concepção estrutural aborda as características estruturais do conjunto desenvolvido, como dimensionamento básico, sistemas funcionais e tipos de lapidação, cravação e tamanho das gemas utilizadas.

#### CRAVAÇÃO DAS GEMAS

Cada peça desenvolvida neste projeto utiliza 35 gemas, onde 20 gemas são cravadas pela técnica de cravação inglesa (A) e as outras 15 gemas utilizadas são cravadas através de garras (B) (Figura 114).

A representação gráfica ao lado apresenta o tipo de lapidação utilizada em cada gema, onde os círculos azuis representam as gemas cravadas pela técnica inglesa e os círculos laranja representam as gemas cravadas através de garras. (Figura 115).

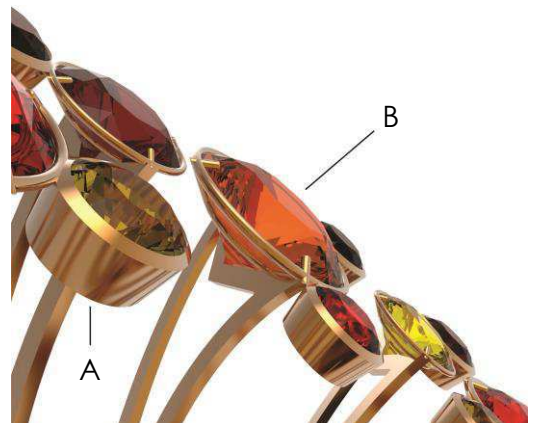


FIG. 11413: Cravações utilizadas.

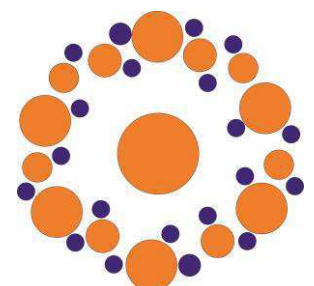


FIG.115: Representação gráfica do tipo de lapidação utilizada em cada gema do produto.

As gemas que são cravadas através de garras possuem um aro localizado no rondizio da gema, esses aros foram utilizados para fixar as demais gemas. De acordo com o Designer de joias Edson Xavier, a área necessária para a fixação das duas peças é de 1,5 mm (Figura 116).

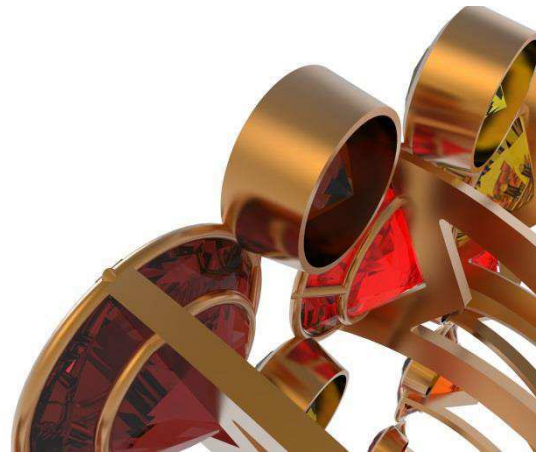


FIG.116: Fixação das gemas.

## BRINCOS

Os brincos do conjunto são compostos por duas partes, à primeira é a estrutura que comporta as gemas e a segunda é a haste de sustentação e fixação, que prolonga a peça até a orelha e fixa o brinco através de um fecho (Figura 117).



FIG. 11714: Brinco do conjunto.



Cada brinco utiliza seis tamanhos diferentes de gemas (Figura 118):

- Círculo cinza: gema de 16 mm
- Círculos azuis escuros: gemas de 10 mm
- Círculos amarelos: gemas 7 mm
- Círculos azuis claros: gemas de 6 mm
- Círculos violetas: gemas de 5 mm
- Círculos laranja: gemas de 4 mm

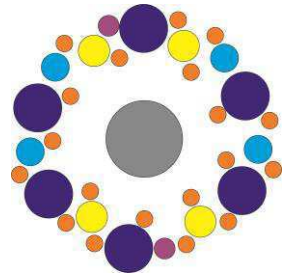


FIG.118: Representação dos tamanhos das gemas.

A ligação entre a estrutura que comporta as gemas e a haste de sustentação é feita através de uma abertura presente em uma das hastes da estrutura que comporta as gemas, permitindo assim a conexão das duas partes (Figura 119).

O fecho utilizado na peça é semelhante ao fecho Ômega, pois funciona a partir do mecanismo de uma dobradiça. A abertura da dobradiça possibilita que o usuário encaixe o brinco no lóbulo da orelha e em seguida, com o fechamento da dobradiça, o brinco é fixado na orelha do usuário (Figura 120).

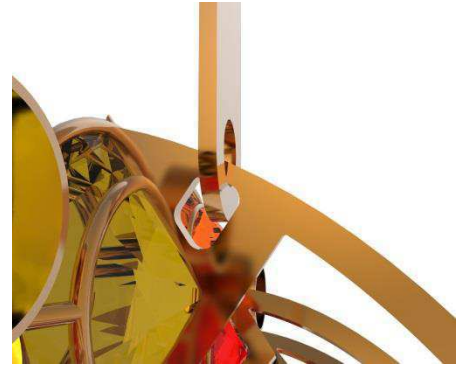


FIG.119: Detalhe do encaixe.

Em relação às dimensões básicas da peça, a estrutura que comporta as gemas possui 5,5 cm de diâmetro e 1,85 cm de profundidade. Já a haste de sustentação da peça possui 4,5 cm de comprimento (Figura 121).



FIG. 150: Fecho utilizado.

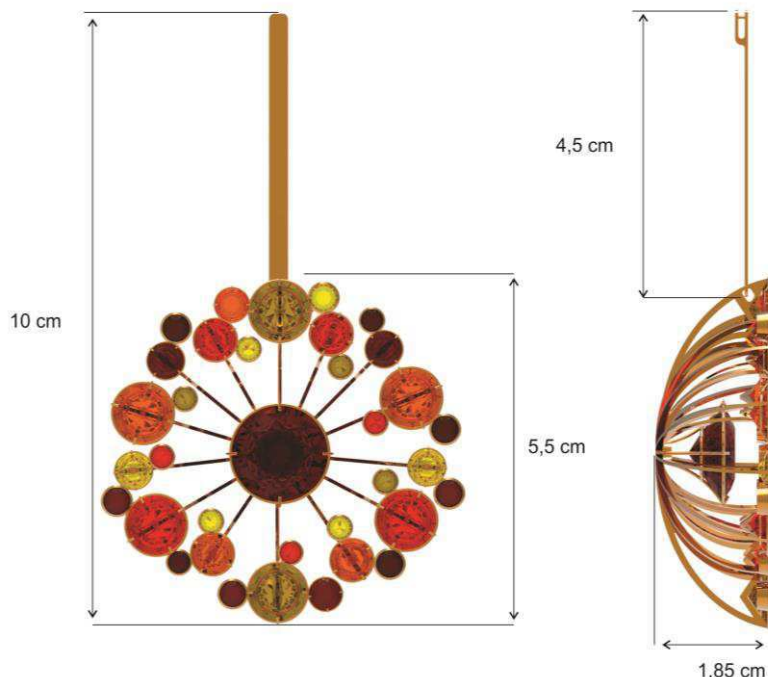


FIG.121: Medidas básicas.

A haste do brinco possui 4,5 cm de comprimento para que, dependendo da altura do maxilar e do comprimento da orelha do usuário, a estrutura principal do brinco, que comporta as gemas, fique posicionada, ligeiramente abaixo ou na linha do maxilar (Figura 122).

O peso do brinco foi calculado a partir das gemas utilizadas e das estruturas de metal que as sustentam. Com relação ao peso das gemas, por não possuí-las, não foi possível pesá-las uma a uma, assim foi utilizado como parâmetro o peso em quilates dos diamantes para a realização de uma aproximação do peso em quilates das granadas, quartzos enfumaçados e citrinos utilizados no brinco. Após a realização dos cálculos necessários, conclui-se que as gemas que compõem cada brinco possuem aproximadamente 3,8 gramas.

Através do software de produção do rendering 3D, foi possível calcular aproximadamente a quantidade de metal utilizado nas estruturas e no acabamento da peça. Assim chegamos à conclusão que são necessárias 6 gramas de metal para a produção de cada par do brinco.

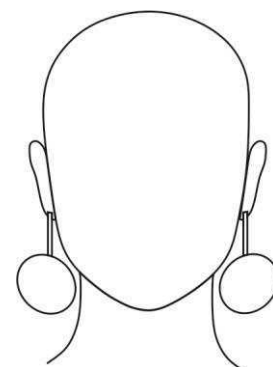


FIG.122: Representação do brinco no rosto do usuário.

## ANEL

O Anel do conjunto é composto por duas partes, à primeira parte é a estrutura que comporta as gemas e a segunda parte é o aro que envolve o dedo do usuário. A segunda parte será formada por dois aros, que serão utilizados no dedo médio e no dedo anular do usuário, proporcionando assim mais estabilidade para o produto (Figura 123).

O anel utiliza seis tamanhos diferentes de gemas (Figura 124):

- Círculo cinza: gema de 14 mm
- Círculos azuis escuros: gemas de 8 mm
- Círculos amarelos: gemas 6 mm
- Círculos azuis claros: gemas de 5 mm
- Círculos violetas: gemas de 4 mm
- Círculos laranja: gemas de 3 mm



FIG.123: Anel do conjunto.

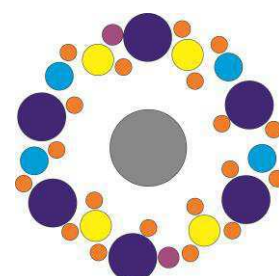


FIG. 124: Representação dos tamanhos das gemas.

Em relação às medidas básicas da peça a estrutura que comporta as gemas possui 4,5 cm de diâmetro e 1,5 cm de profundidade. O as aros dos anéis possuem 2 mm de largura e 1 mm de espessura (Figura 125).

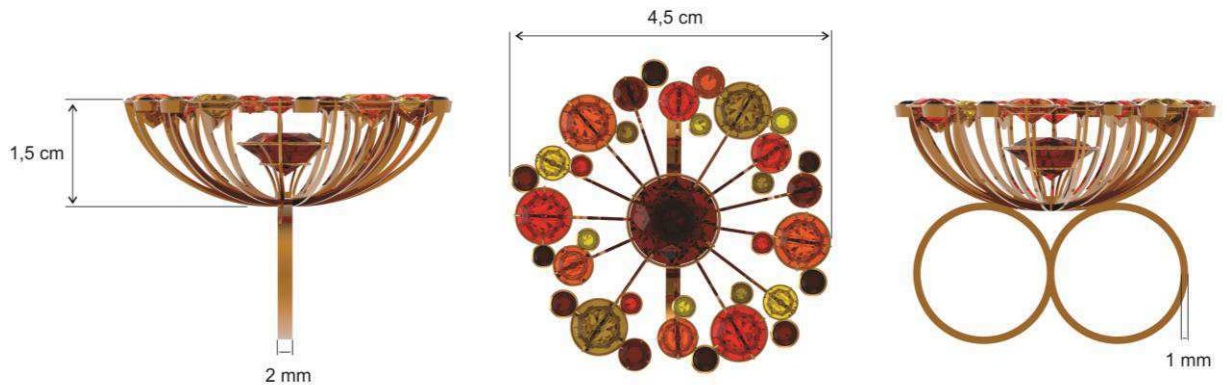


FIG. 1625 Medidas básicas do anel.

## BRACELETE

O bracelete do conjunto também é composto por duas partes, uma é a estrutura que comporta as gemas, e a outra é a estrutura em forma elíptica que possui uma abertura para se encaixar no braço do usuário (Figura 126).



FIG.126: Bracelete do conjunto.

O bracelete utiliza seis tamanhos diferentes de gemas (Figura 127):

- Círculo cinza: gema de 15 mm
- Círculos azuis escuros: gemas de 9 mm
- Círculos amarelos: gemas 7 mm
- Círculos azuis claros: gemas de 6 mm
- Círculos violetas: gemas de 5 mm
- Círculos laranja: gemas de 4 mm

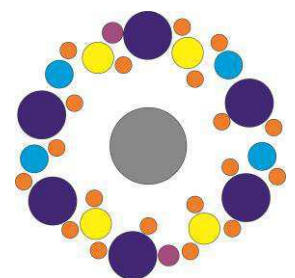


FIG.127: Representação das medidas das gemas.

Em relação às medidas básicas da peça, a estrutura que comporta as gemas possui 5 cm de diâmetro e 1,7 cm de profundidade. Já a estrutura que se encaixa no braço do usuário possui 5 cm de largura, 4 cm de altura, 1,2 cm de comprimento, 1,5 mm de espessura e uma abertura de 3 cm na forma elíptica para o encaixe no braço do usuário (Figura 128).

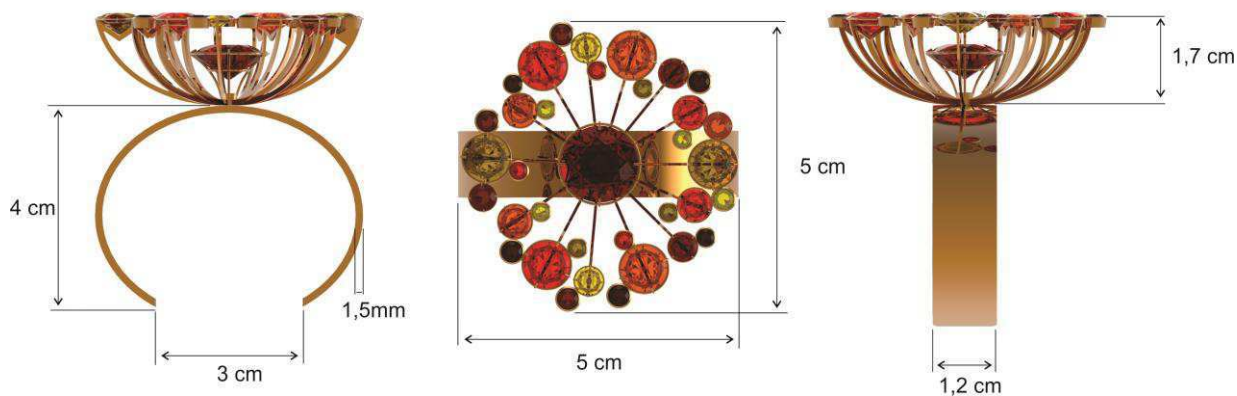


FIG.128: Medidas básicas do bracelete.

## 8.2 LAPIDAÇÃO DAS GEMAS.

Os tipos de lapidação de gemas a serem utilizadas neste projeto foram estabelecidos com a orientação do professor de lapidação da Unidade Acadêmica de Mineração e Geologia da Universidade Federal de Campina Grande, Alcides Ramos de Brito.

Cada peça que compõe o conjunto desenvolvido neste projeto utiliza 32 gemas, o tamanho das gemas podem variar entre 16 mm de diâmetro e 3 mm de diâmetro, dependendo da peça em que está sendo utilizada.

Para as gemas de 3 e 4 mm será utilizada uma lapidação simples 6x6, onde 6 facetas estão localizadas na Coroa e 6 facetas estão localizadas no Pavilhão da gema (Figura 129). Segundo o Professor de Lapidação esta lapidação é a mais adequada para este tamanho de gema, pois, apesar de possuir poucas facetas, potencializa o brilho da gema de maneira satisfatória e possui baixo nível de dificuldade durante o processo de lapidação.

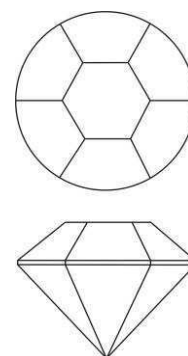


FIG. 1729: Lapidação 6x6.

A gemas que possuem 5 mm de diâmetro serão lapidadas com o tipo de lapidação 8x8, onde 8 facetas estão localizadas na Coroa e 8 facetas estão localizadas no Pavilhão da gema (Figura 130). De acordo com Brito, as gemas que possuem 5 mm podem conter mais 2 facetas na Coroa e 2 no Pavilhão, pois estas novas facetas não elevam o grau de dificuldade de lapidação e potencializam o brilho da gema.

As demais gemas que possuem tamanho entre 6 mm e 16 mm, podem receber o tipo de lapidação Fantasia (Brilhante) para que seu brilho seja mais potencializado. Neste tipo de lapidação as gemas possuem 2 linhas de facetas, ou seja, são lapidadas com o tipo de lapidação 8x8, sendo 8 facetas na Coroa e 8 facetas no Pavilhão e posteriormente outras 16 facetas são lapidadas, somando 24 facetas na Coroa e 24 facetas no Pavilhão (Figura 131).

As três peças que compõem o conjunto desenvolvido contêm uma granada central que possui, no brinco, 16 mm, na pulseira, 15 mm e no anel, 14 mm de diâmetro. Estas três gemas também serão lapidadas no tipo Fantasia (Brilhante), porém por serem granadas elas precisam possuir a Coroa (parte superior) mais baixa e o Pavilhão (parte inferior) menos comprido, para que sua cor e transparência sejam favorecidas.

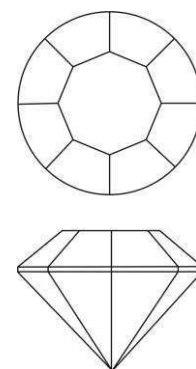


FIG. 18: Lapidação 8x8.

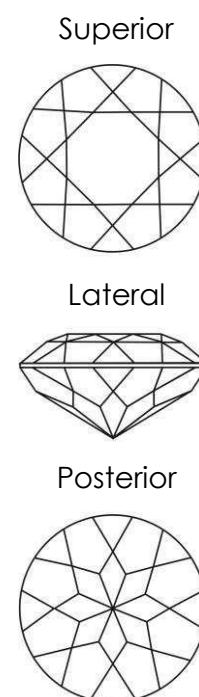


FIG.131: Lapidação Fantasia.

### 8.3 USABILIDADE

Nesta etapa do projeto será detalhado o contexto do uso dos produtos, levando em consideração a interação do usuário com as peças desenvolvidas neste projeto.

#### INSERIR E RETIRAR AS PEÇAS

Para executar a tarefa de colocar e retirar o anel, o usuário utiliza os dedos da mão realizando um movimento preênsil de precisão, com manejo fino (Figura 132).



FIG.132: Colocar e retirar anel.

Com os brincos a tarefa é realizada com as duas mãos, utilizando o movimento preênsil de precisão, com manejo fino. Para realizar esta tarefa o usuário abre o fecho do brinco com os dedos, introduz a haste do fecho no lóbulo da orelha e depois utilizando os dedos das duas mãos, recoloca o fecho preso à haste, fixando o brinco na orelha (Figura 133).



FIG.133: Colocar e retirar brinco.

Em relação ao bracelete, o usuário também utiliza os dedos das mãos realizando um movimento preênsil de precisão, com manejo fino (Figura 134).

O bracelete não utiliza nenhum mecanismo funcional para ser fixado no pulso do usuário, exigindo apenas um encaixe simples, através da rotação.



FIG.134: Colocar e retirar bracelete.

## 8.4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Foi definido anteriormente no tópico 3.4 – Processos de Fabricação, que o processo utilizado neste trabalho seria o de Fundição. De acordo com Santos (2013), o processo de fundição é simples, mas está longe de ser uma “ciência exata”, pois é realizado em uma sequência que requer atenção, prática e experimentação. Por essas razões, os materiais, ferramentas, máquinas e pessoas envolvidas estão sempre buscando a melhoria constante desse processo.

A seguir, utilizando Santos (2013) como referência, segue o detalhamento das etapas do processo de fabricação de fundição, porém o exemplo aqui apresentado não é do produto aqui projetado, no entanto, é este o fluxograma a ser utilizado para sua fabricação.

## MODELO

O processo de fundição é realizado a partir de um modelo que é utilizado como matriz, o modelo pode ser confeccionado em metal, cera ou resina, e serve de referência para a peça-parte. Chama-se peça-parte, já que a peça desejada pode ser composta por várias peças-partes do mesmo modelo ou de modelos diferentes.

O molde a ser produzido a partir desse modelo é a base para a reprodução em série, ele reproduzirá exatamente a peça matriz, que deve ser bem acabada. Por isso, esta etapa requer muitos cuidados para que o produto final apresente bons resultados em relação à qualidade do acabamento.

Neste projeto o modelo será produzido em resina através de prototipagem rápida, também conhecida como impressão 3D.

## DUTOS DE ALIMENTAÇÃO

A segunda etapa deste processo de fabricação são os canais ou dutos de alimentação do modelo. Os dutos de alimentação devem ser colocados antes de se tirar o molde para a reprodução da peça.

O duto de alimentação serve para a injeção de cera no molde, para a saída da cera durante de deceração e por fim para a injeção do metal fundido para a formação da peça.

Cada tipo de modelo exige um local específico para os dutos, e muitas vezes é preciso utilizar canais auxiliares que ajudam na distribuição da cera quando injetada e, adiante, na distribuição do metal de maneira satisfatória, evitando defeitos na peça (Figura 135).

Posteriormente os dutos serão fixados no tronco da árvore de fundição

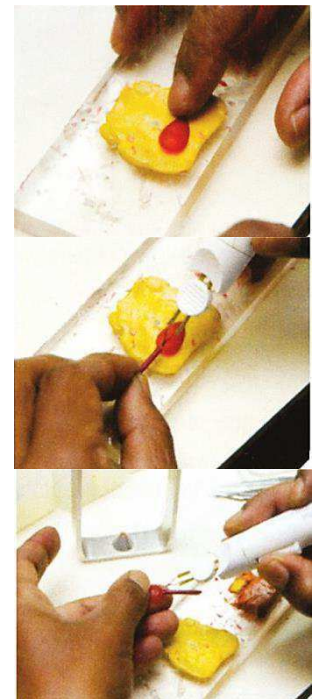


FIG.135: Fixação dos dutos de alimentação

## MOLDE

A próxima etapa é a confecção do molde. Este processo é chamado de moldagem, que pode ser realizada por vulcanização de borrachas especiais ou silicões. No caso dos silicões é possível efetuar a vulcanização a quente ou a frio.

A vulcanização a frio será utilizada neste projeto, pois esta apresenta a vantagem de não causar alteração nas dimensões das peças injetadas. A seguir esta etapa do processo será detalhada:

1º - Colocar o modelo em resina no suporte do molde, este suporte onde o silicone será derramado pode ser de plástico ou acrílico transparente (Figura 136).

No processo de vulcanização, utiliza-se um tipo de silicone chamado RTV, que é composto por dois ingredientes: um silicone e um catalisador, que quando misturados na proporção adequada, iniciam uma reação química que resulta em seu endurecimento.

2º - O silicone ainda líquido é derramado

dentro do molde, deixando o modelo totalmente envolvido (Figura 137). A seguir o molde é colocado dentro de uma bomba de vácuo para a retirada de bolhas de ar.

3º - Após 12 horas, o silicone estará totalmente endurecido e o molde poderá ser aberto através de um corte que precisa ser feito com cuidado para preservar o negativo da peça no seu interior (Figura 138).

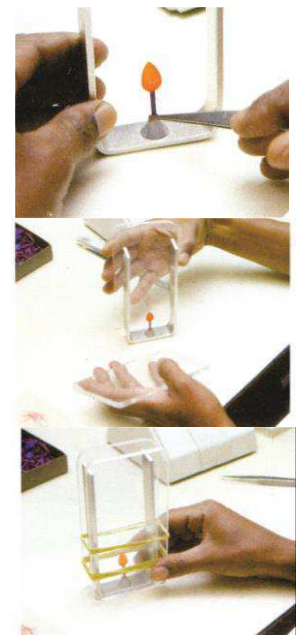


FIG. 1936: Molde de acrílico.

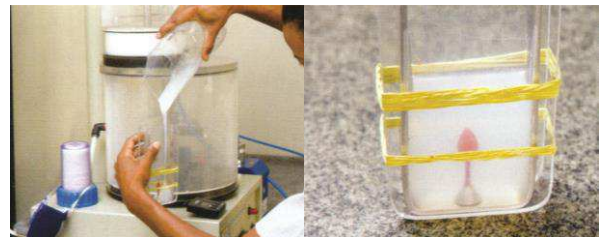


FIG.137: Adição do silicone líquido.



FIG. 2038: Abertura do molde.

## INJEÇÃO DE CERA

Nesta etapa é injetada uma cera específica no molde para obter o modelo da peça em cera. O modelo resultante deve ser a cópia fiel do modelo moldado.



Antes de iniciar o processo de injeção de cera, o molde deve ser limpo, após a limpeza o molde é comprimido verticalmente e pressionado horizontalmente contra o bico injetor. O bico injetor tem a dupla função de sugar o ar no interior do molde, causando vácuo, e injetar a cera.

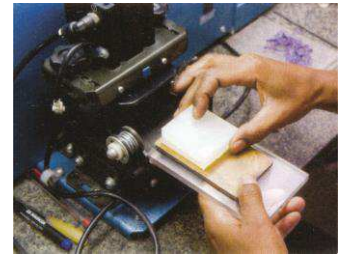


FIG. 2139: Processo de retirar o ar do molde.

Depois de retirar o ar de dentro do molde, a cera é injetada no interior do mesmo. Em seguida o molde volta a sua posição inicial e, após alguns segundos, é liberado (Figura 139).

Por último, depois de resfriado, o molde é aberto para a retirada da peça em cera (Figura 140). Nesta etapa é importante a verificação de possíveis defeitos para garantir a fidelidade do molde, pois a reprodução da peça será fiel a esse modelo. Após a injeção de cera, o profissional de fundição começa a montar a árvore de cera.

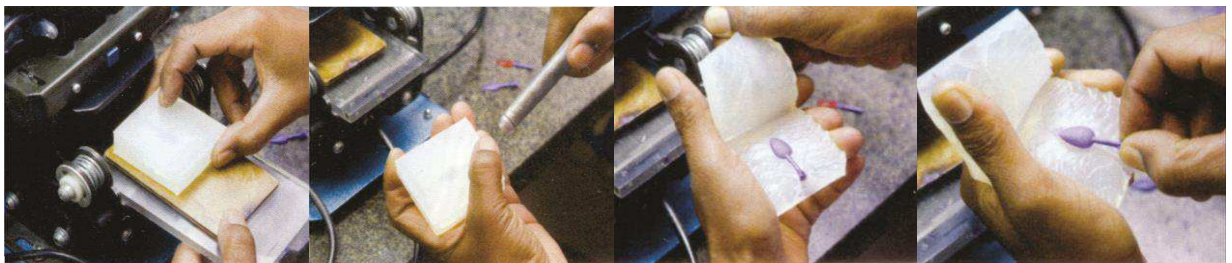


FIG.140: Retirada da peça.

## ÁRVORE DE CERA

Trata-se da montagem de um conjunto de peças injetadas em cera, ligadas a um tronco também de cera feita pelo profissional de fundição.

Na montagem dessa estrutura, cada peça precisa estar em ângulo de 45° em relação ao tronco, para facilitar o escoamento da cera e a injeção do metal.



FIG.141: Retirada de saliências.

Primeiro cada modelo de cera é verificado e trabalhado caso seja necessário retirar alguma saliência (Figura 141), em seguida, as peças são montadas em um tronco de cera (Figura 142).

Por fim as árvores são montadas e depois colocadas em uma base. Cada base tem seu peso verificado e anotado, facilitando o cálculo do metal necessário para a fundição de cada árvore.



FIG.142: Montagem da árvore de cera.

## CILINDRO

Após a árvore ficar pronta e fixada em uma base, ela é envolvida por um cilindro de metal perfurado ao longo de sua superfície. Em seguida, o cilindro é recoberto por fita adesiva, jornal ou outro material para evitar que o material depositado em seu interior vazze entre os furos (Figura 143).



FIG.143: Montagem do cilindro.

## REVESTIMENTO

Quando o cilindro estiver pronto, deve-se preparar um revestimento composto de sulfato de cálcio que será despejado no cilindro. O processo é realizado da seguinte forma:

1º- O revestimento é pesado e preparado conforme as indicações do fabricante.

2º - Sua mistura é feita a vácuo para evitar a formação de bolhas e assim, é despejada dentro do cilindro (Figura 144).

3º - Após duas horas, o cilindro é retirado da base e em seguida tira-se o excesso de revestimento por fora do cilindro (Figura 145).



FIG.144: Cilindro com revestimento.



FIG.145: Retirada do excesso de revestimento.

## DECERAÇÃO

O objetivo desse processo é fazer com que a cera da árvore seja removida do interior do cilindro, deixando as cavidades com a forma das peças, para posteriormente receber o metal fundido.

## FUNDIÇÃO

O primeiro passo realizado na fundição é pesar o metal de acordo com a liga que vai ser utilizada. Em seguida a liga metálica é colocada dentro da máquina de fundição (Figura 146).



FIG. 14622: Pesagem do metal.

Posteriormente o cilindro é retirado do forno e levado diretamente para a máquina de fundição. O cilindro deve permanecer quente para receber a liga metálica, pois assim são evitadas rachaduras no revestimento, causados por choque térmico. Em seguida, a máquina é acionada e a liga metálica é injetada para dentro do cilindro, onde há pressão e vácuo (Figura 147).



FIG.147: Injeção da liga metálica.

Terminando o processo, o cilindro é retirado da máquina e permanece em descanso por 10 minutos. Por fim, o cilindro com o revestimento é mergulhado em um tanque de água, ocorrendo sua desintegração, liberando assim a árvore de metal (Figura 148).

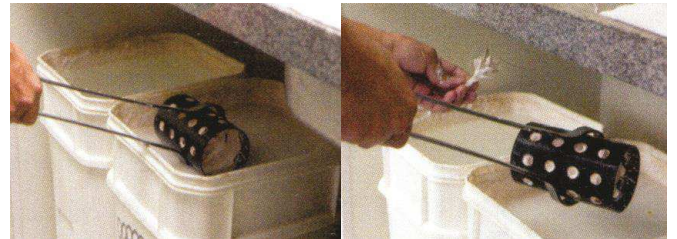


FIG.148: Desintegração do revestimento.

## LIMPEZA DA ÁRVORE DE METAL

Após a árvore de cera ser liberada do cilindro o processo de limpeza de inicia com água. Em seguida a árvore é então colocada em uma solução de branqueamento e em seguida, neutralizada em água com bicarbonato.

A seguir, a árvore vai para o ultrassom para limpeza e é novamente lavada. Com a árvore totalmente limpa, as peças são cortadas e separadas e posteriormente vão para um pré-polimento dentro de um tamboreador magnético (Figura 149).

Por fim as peças são montadas e estão prontas para receber os acabamentos desejados de acordo com o produto desenvolvido e posteriormente inicia-se a etapa de cravação das gemas e acabamento final.



FIG.149: Corte de cada peça da árvore de metal.

## 8.5 DESENHO TÉCNICO

O desenho técnico do projeto encontra-se no Apêndice 2.

## 8.6 CONCLUSÕES

### QUANTO AO TCC

A realização deste projeto buscou demonstrar o que foi assimilado durante o curso de Design da UFCG, explorando a área do Design de joias e o contato direto com outros profissionais essenciais para o seu desenvolvimento.

O contato direto com profissionais de design de joias, professores de lapidação, gemologia e design, ourives e também comerciantes atacadistas de joias, proporcionou o bom resultado alcançado com este trabalho, além de reforçar a importância da interdisciplinaridade e do trabalho em equipe. O exercício constante de filtrar as informações úteis de cada um deles e direcioná-las ao atendimento dos requisitos e parâmetros propostos neste projeto serviu-me também para desfazer a impressão de que projetar uma joia era uma tarefa de baixa complexidade.

Em relação à experiência de projetar, pôde-se concluir que a utilização da ferramenta de representação 3D foi essencial para o estabelecimento de requisitos técnicos deste projeto, possibilitando a representação dos materiais, acabamentos e gemas utilizadas, confecção do desenho técnico, cálculo de material utilizado, além de proporcionar a confecção do modelo volumétrico através da impressão 3D.

### QUANTO AOS PRODUTOS PROPOSTOS

Coerente com o que é proposto pelo título do projeto, Gemas da Paraíba: a utilização de gemas locais em joias, o conjunto de joias proposto é composto exclusivamente por três tipos de gemas: Citrino, Quartzo enfumaçado e Granada. Assim, a configuração formal das gemas parte da geração de uma composição cromática de cores quentes, formada pela combinação das gemas utilizadas.

Os tipos de lapidações utilizadas nas gemas buscam facilitar o processo de lapidação e ao mesmo tempo potencializar as características ópticas, como cor e brilho, assim o grau de difi-

culdade das técnicas de lapidação utilizadas é diretamente proporcional aos tamanhos das gemas em que serão aplicadas.

A linha de joias proposta nesse projeto realiza a potencialização das gemas extraídas e lapidadas no Estado, uma vez que as gemas que anteriormente seriam vendidas em forma bruta, artesanato ou em forma lapidada, agora são aplicadas em produtos utilizados como adornos corporais que possuem diferencial competitivo, maior valor estético e de mercado, e que são viáveis tecnicamente para a produção industrial.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROYO, Natalio Martín. **Atlas de joias contemporâneas**. 1ª Edição. Paisagem, 2012. 599 p.

BESERRA, Katiúcia. **Utilização de gemas locais em joias inspiradas no São João**. 2012. 139 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Campina Grande, Curso de Graduação em Design de Produto.

CPRM: Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>> Acesso em: 06 fev. 2015.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da Linguagem Visual**. 2ª Edição. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 235 p.

FONTOURA, Ivens. **Decomposição da forma**: Manipulação da forma como instrumento para a criação. Curitiba: Itaipu, 1982. 199 p.

FREITAS, Victor Hugo F; ACIOLY, Angélica de S. G. **Panorama geral do polo de joias e gemas no Estado da Paraíba**. Paraíba, 2010. 6 p.

GOLA, Eliana. **A Joia**: História e Design. 2ª Edição. São Paulo: Senac, 2013. 216 p.

HRNCIR, Michael; SILVA, Camila Maia; SILVA, Cláudia Inês; QUEIROZ, Rubens Teixeira; FONSECA, Vera Lucia. **Guia de Plantas visitadas por abelhas na caatinga**. 1ª Edição. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012. 190 p.

IBGM. **Manual Técnico de Gemas**. IBGM, DNPM, - 4ª ed. rev. e atual. Consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição, Jane L. N. da gama. – Brasília: 2009

IBGM- **Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Precisos**. Disponível em: <<http://www.ibgm.com.br/>>. Acesso em: 06 fev. 2015.

IBGM. **Em 12 meses design brasileiro exporta mais de US\$ 5 mi**. IBGM, 2015. Disponível em: <<http://www.ibgm.com.br/blog/em-12-meses-design-brasileiro-exporta-mais-de-us-5-mil/>> Acesso em: 25 ago. 2015.

IBGM. **Comportamento do Mercado de Ouro**. IBGM, 2015. Disponível em:<<http://www.ibgm.com.br/blog/comportamento-do-mercado-de-ouro/>> Acesso em: 25 ago. 2015

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 340 p.

INFOJOIA. **Processo de fabricação de joia**: Eletroformação. INFOJOIA, 2011. Disponível em: <[http://www.infojoia.com.br/news\\_portal/noticia\\_10033](http://www.infojoia.com.br/news_portal/noticia_10033)> Acesso em: 19 ago. 2015.

JOIALERISMO. **Mercado mundial de joias cresce a cada ano; Brasil se destaca no setor**. Joialerismo, 2015. Disponível em: <http://www.joialerismo.com/2015/01/mercado-mundial-de-joias-cresce-cada.html> Acesso em: 25 ago. 2015.

WELDON, Robert. **An Introduction to Gem Treatments**. GIA. Disponível em: <<http://www.gia.edu/gem-treatment>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

WSCOM. **Seridó paraibano passa a fabricar joias com várias gemas exóticas**. WSCOM. 2011. Disponível em: <<http://www.wscom.com.br/noticia/economia/SERIDO+PARAIBANO+PASSA+A+FABRICAR+JOIAS-101648>>. Acesso em: 25 fev.2015.

WSCOM. **MPT apura irregularidades na atividade dos garimpeiros da Mesorregião do Seridó**. WSCOM. Paraíba. 06 de maio. 2010. Acesso em: 03 mar. 2015.

LEMNIS. **Fabricação**. LEMNIS, 2015. Disponível em: <<http://lemnisjoias.com.br/fabricacao.html>> Acesso em: 21 ago. 2015.

LE VAN, marthe; BAHARAL, Talya. **500 Silver jewelry designs: the powerful allure of a precious metal**. 1ªed. New York: Lark Crafts, 2011. 420p

SANTOS, Rita. **Joias: Fundamentos, Processos e Técnicas**. 2ª Edição. São Paulo: Senac, 2013. 295 p.

SCHUMANN, Walter. **Gemas do Mundo**. 9ª Edição ampliada e atualizada. São Paulo: Disal, 2006. 279 p.

SILVA, Caio Marcio Almeida. **A utilização da cordierita no design de joias**. 2009 Trabalho de Conclusão de Curso. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande

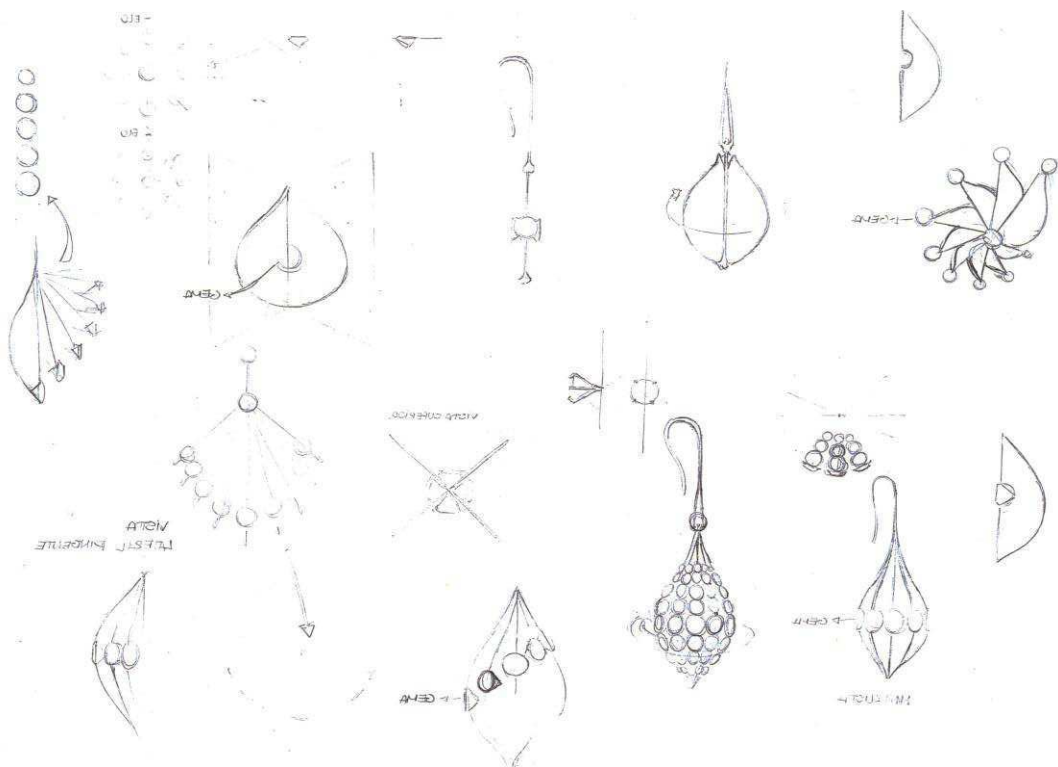
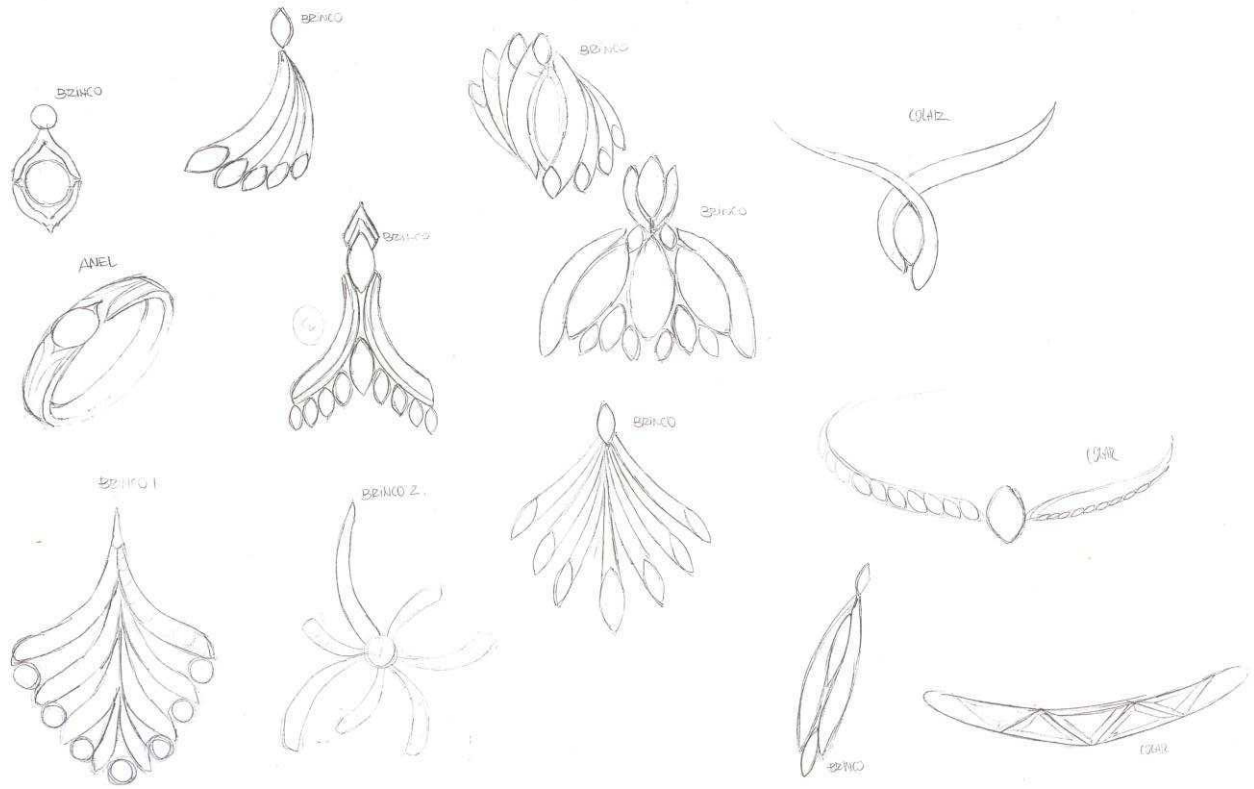
## 10 APÊNDICE

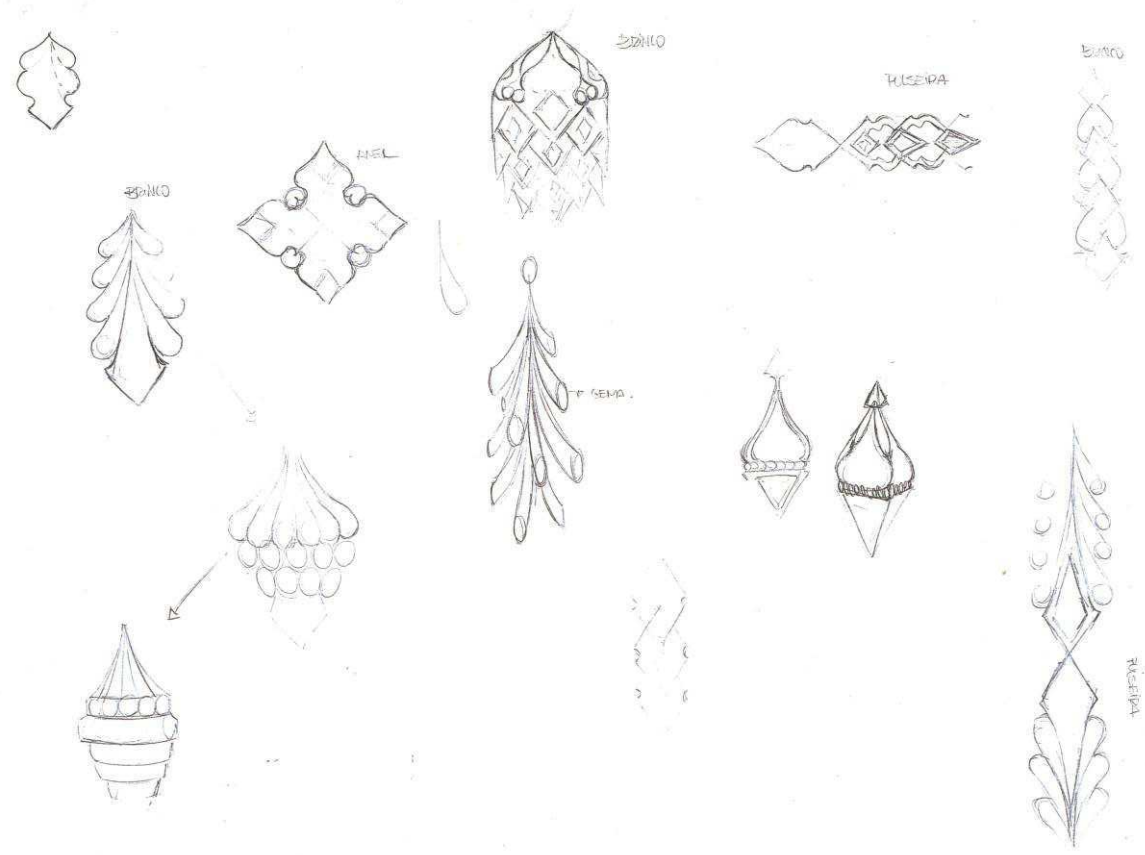
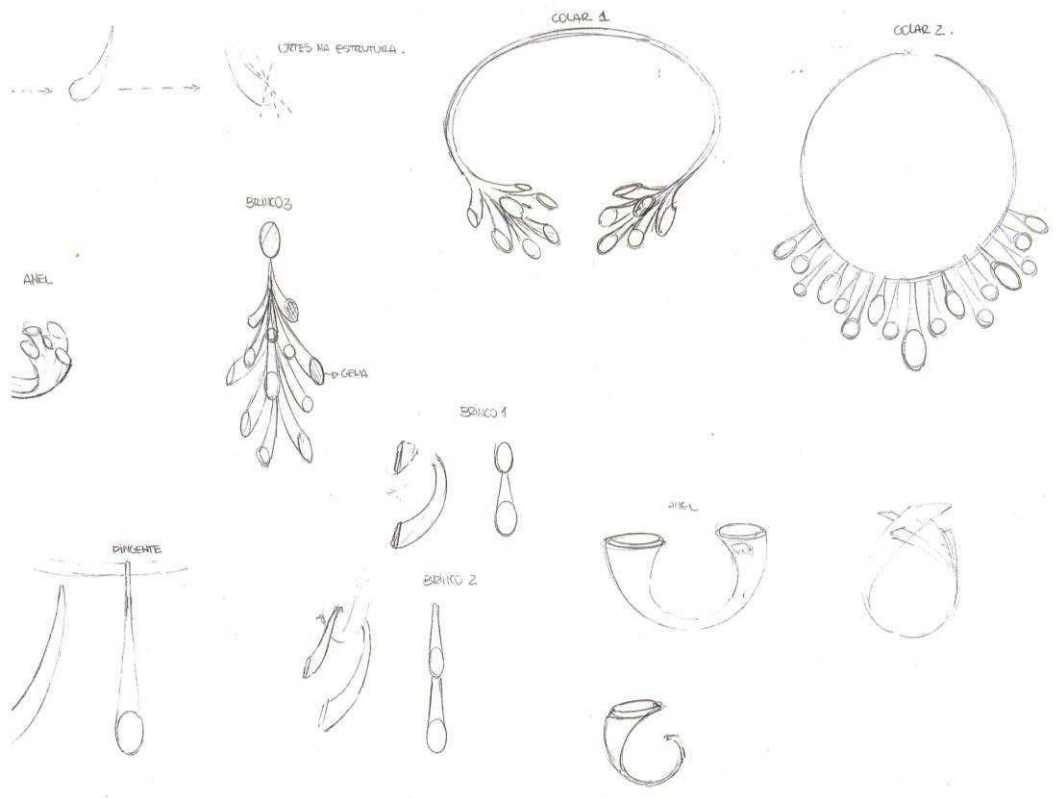
- Apêndice 1: Geração de ideias, desenvolvimentos de conceitos, soluções de sistemas funcionais e desenvolvimento do conjunto.
- Apêndice 2: Desenho Técnico.



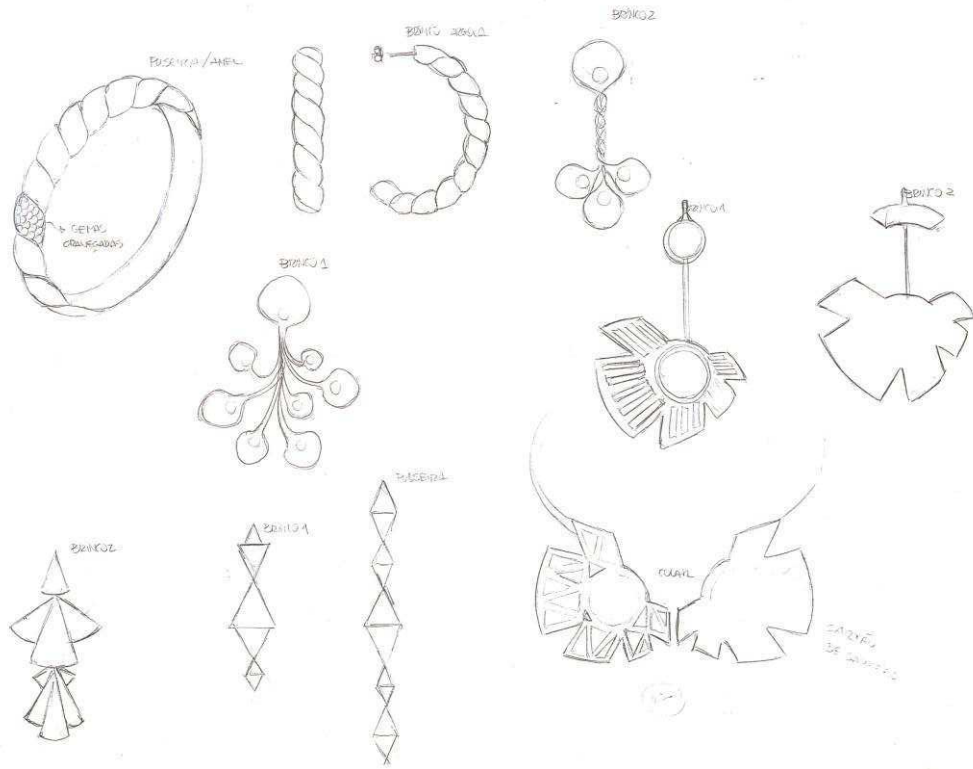
# APÊNDICE 01

## Geração de Ideias:

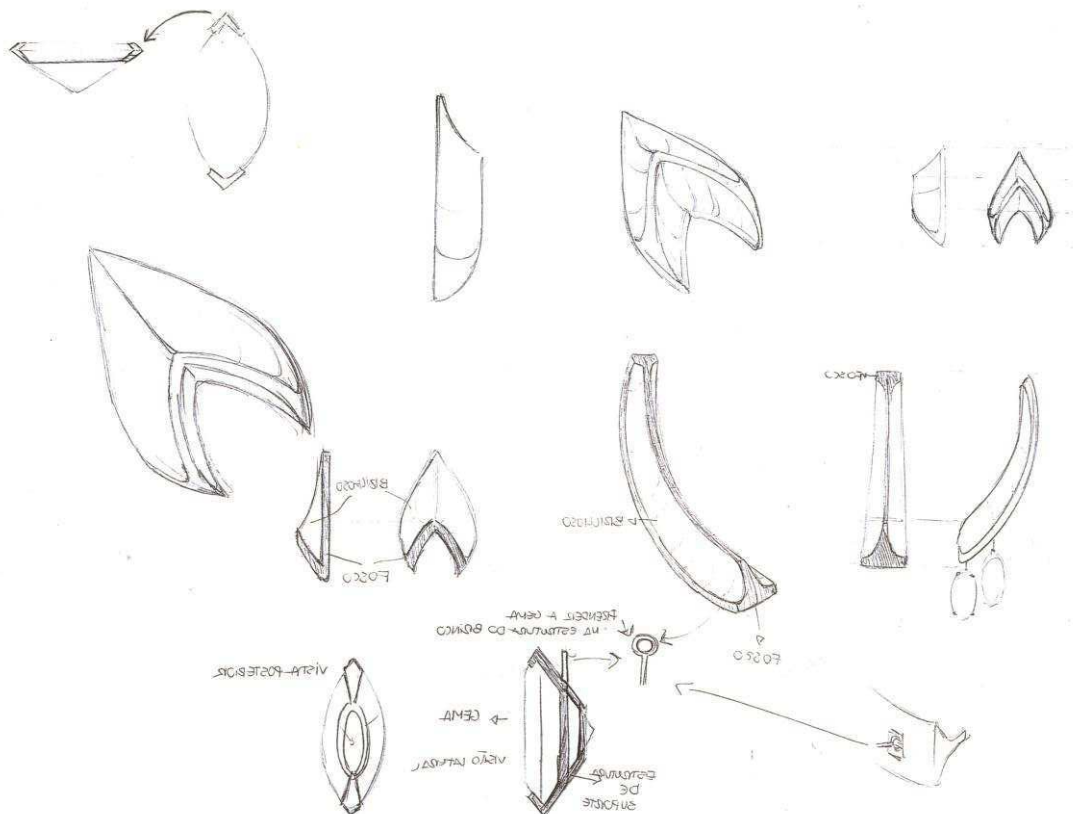


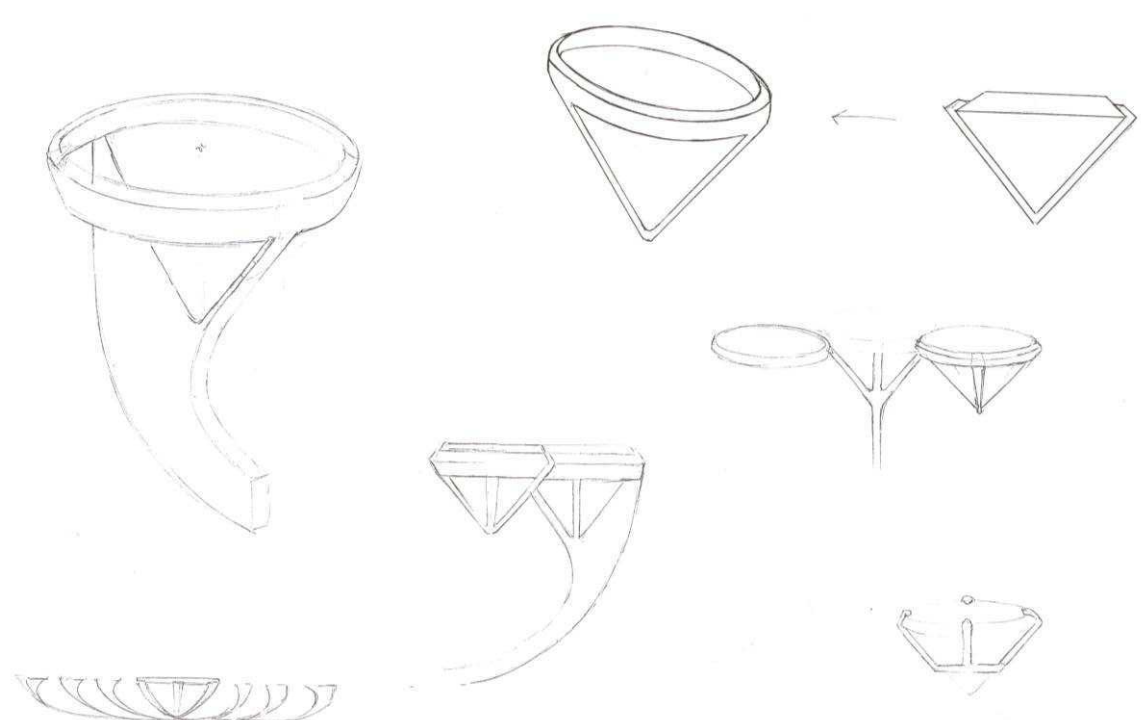
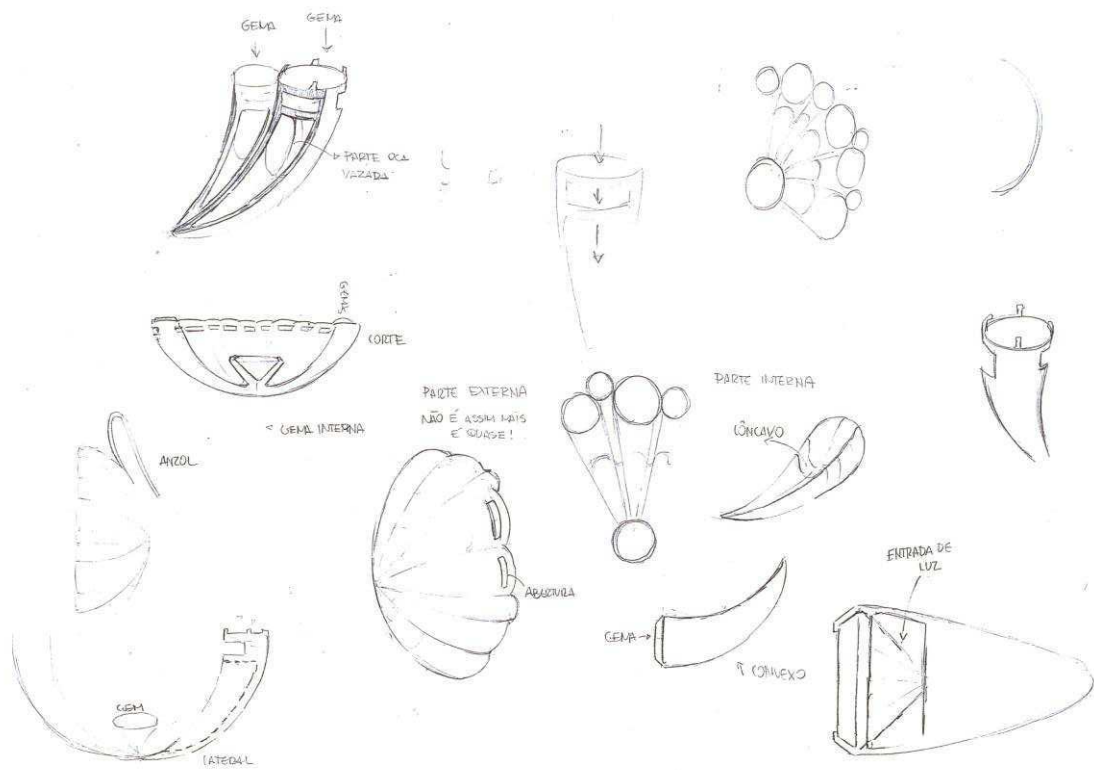




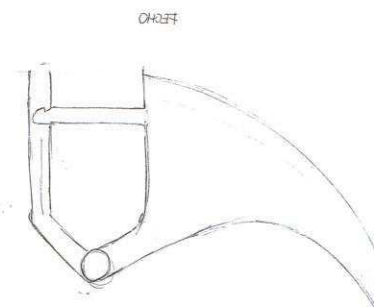
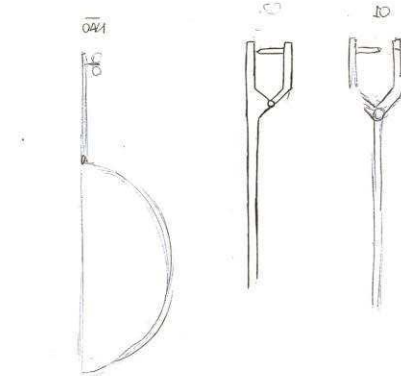
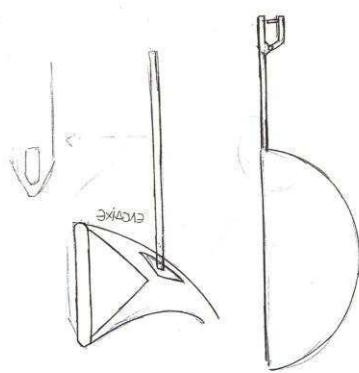
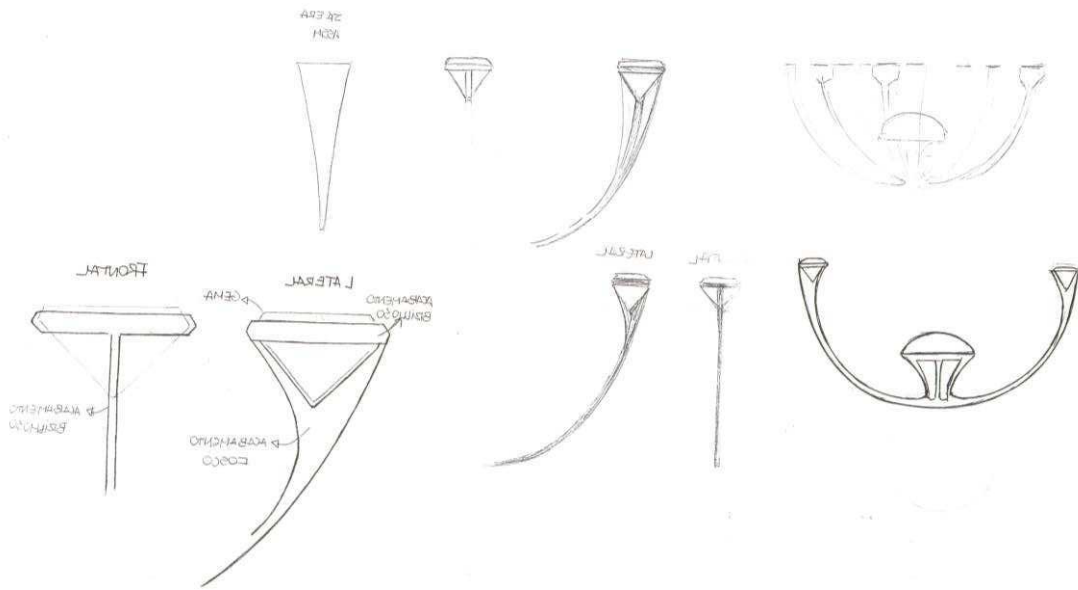


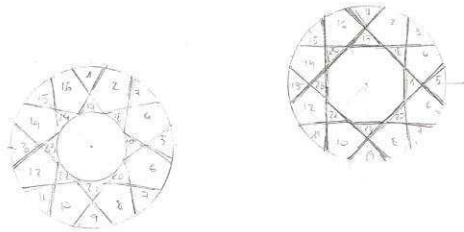
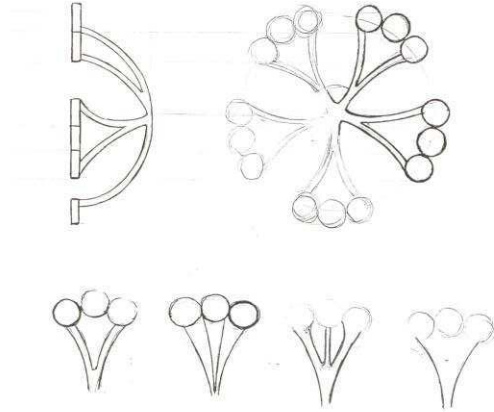
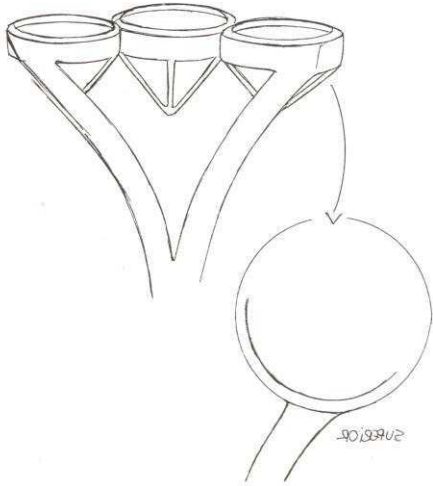
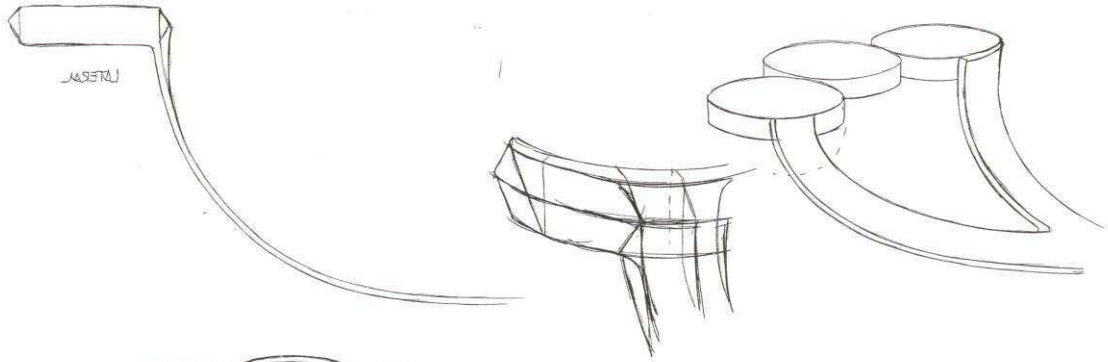
Desenvolvimento dos Conceitos



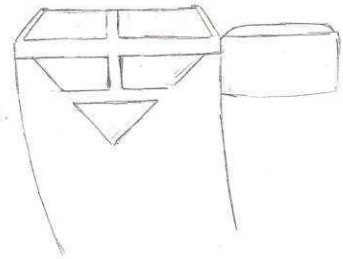
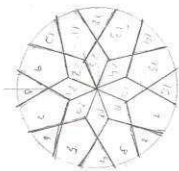
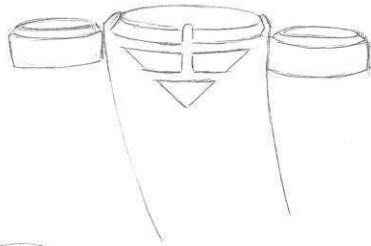


Soluções de sistemas funcionais

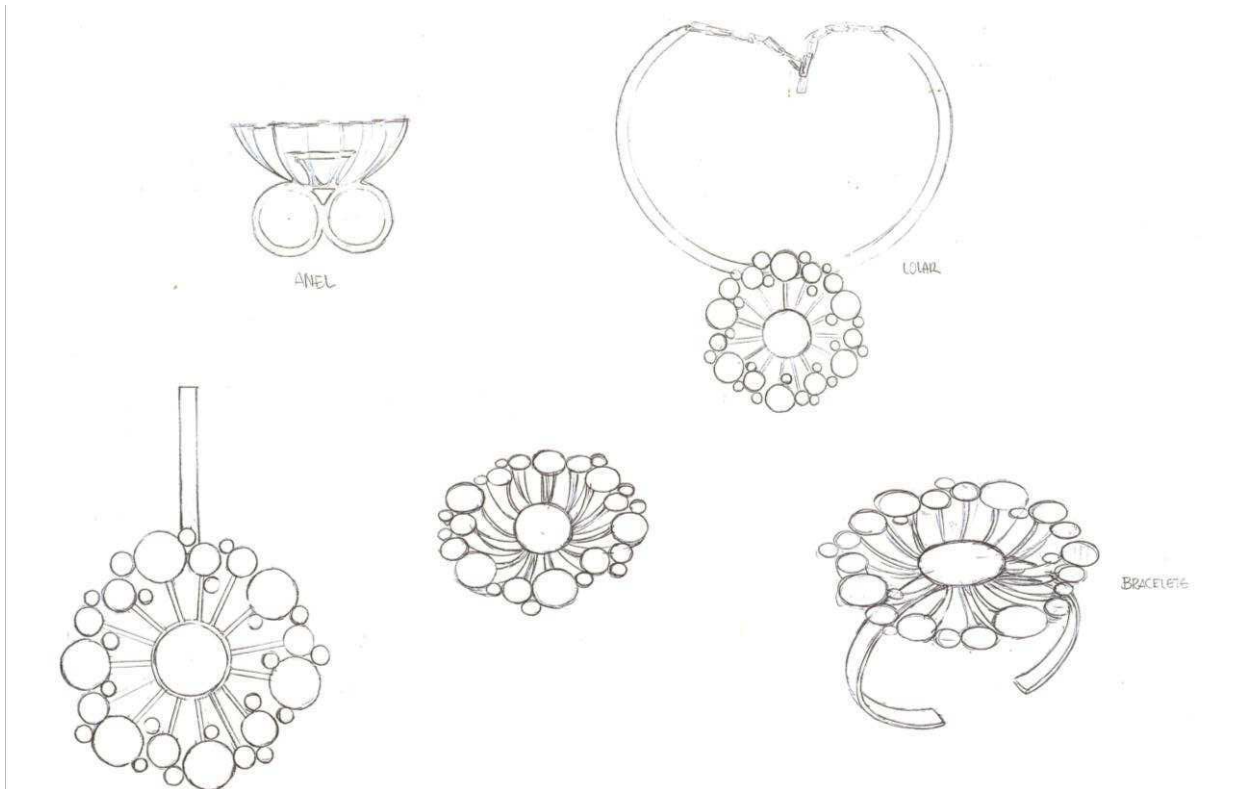




15 DIAS - 680045  
21 DIAS - 110054



· Desenvolvimento do Conjunto:





## APÊNDICE 2

O desenho técnico deste projeto esta em formato A3 nas próximas páginas.